



Forsøg med bekæmpelse af blåtop på Randbøl Hede

Buttenschøn, Rita; Degn, Hans Jørgen; Jørgensen, Steffen

Publication date:
2005

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):

Buttenschøn, R., Degn, H. J., & Jørgensen, S. (2005). *Forsøg med bekæmpelse af blåtop på Randbøl Hede*. Center for Skov, Landskab og Planlægning/Københavns Universitet. Arbejdsrapport / Skov & Landskab Nr. 9



Skov & Landskab

Center for Skov,
Landskab og
Planlægning • KVL

Forsøg med bekæmpelse af Blåtop på Randbøl Hede

Rita Merete Buttenschøn, Hans Jørgen Degn & Steffen Jørgensen

Arbejdsrapport Skov & Landskab nr. 9-2005

Rapportens titel

Forsøg med bekæmpelse af Blåtop på Randbøl Hede

Forfatter

Rita Merete Buttenschøn, Hans Jørgen Degn & Steffen Jørgensen

Serie

Arbejdsrapport *Skov & Landskab* nr. 9-2005

Rapporten publiceres udelukkende elektronisk på www.sl.kvl.dk.

ISBN

87-7903-195-1

Udgiver

Skov & Landskab

Hørsholm Kongevej 11

2970 Hørsholm

Tlf. 35281500

E-post: sl@kvl.dk

DTP

Inger Grønkjær Ulrich

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af rapporten samt anvendelse af navnet *Skov & Landskab* kun tilladt efter skriftlig tilladelse

Skov & Landskab er et
selvstændigt center for
forskning, undervisning,
formidling og rådgivning
vedr. skov, landskab og
planlægning ved Den
Kgl. Veterinær- og
Landbohøjskole (KVL)

Forord

Denne rapport bringer resultater fra et forsøg på bekæmpelse af blåtop. Blåtop udkonkurrerer hedelyngen på mange danske heder. Blåtop er således en trussel mod hedernes fortsatte bevaring.

Det er baggrunden for at Skov- og Naturstyrelsen har finansieret forsøget med bekæmpelse af blåtop. Projektet er blevet til med Randbøl statsskov-distrikt som initiativtager. Det er udført af *Skov & Landskab*, KVL i samarbejde med Degn's Naturconsult.

Projektet er tilrettelagt og udført i samråd med en projektgruppe bestående af; Hans Jørgen Degn, Degn's Naturconsult, Knud Tybirk, DMU (repræsentant for Randbøl Hede udvalget), Anders C. Bjørnshave-Hansen, og Gitte Elgaard, Ribe Amt, Torben Hansen og Henriette Lang Sørensen, Vejle Amt, Steffen Jørgensen og Nis Thomsen, Randbøl Skovdistrikt, Claus Helweg Ovesen (indtil 2002) og Erik Buchwald (fra 2002), Skov- og Naturstyrelsens centrale del samt Frans Theilby og Rita Merete Buttenschøn, *Skov & Landskab*, KVL.

Derudover har Jørgen Neckelmann og Torben Riis-Nielsen, *Skov & Landskab*, KVL bidraget i opstilling af forsøgsdesign. Forslag til analyse af jordbund er udarbejdet af Lars Bo Pedersen og Thomas Dreyer, *Skov & Landskab*, KVL.

Indhold

Forord	3
Indhold	5
Indledning	7
Formål	7
Baggrund	7
Forsøgsområde Randbøl Hede	9
Anlæg af forsøg	11
Forsøgsdesign	11
Forsøgsbehandlinger	12
Valg af metoder – i teori og praksis	14
Afgræsning	14
Afbrænding	14
Slåning	14
Fræsning	14
Pløjning	15
Stubharvning	16
Tørveskrælning	17
Oversigt over gennemførte behandlinger og noter vedr. maskiner	17
Analysemetoder	21
Jordbund	21
Vegetation	22
Statistisk behandling af data	23
Fotoregistrering	23
Resultater	24
Jordbund	24
Nedbør	25
Vegetation	26
Effekt af de enkelte behandlinger på blåtop, bølget bunke og hedelyng	26
Kontrol, tabel 8	26
Græsning med kvæg, tabel 9	27
Slåning, tabel 10	28
Stubharvning, tabel 11	29
Fræsning, tabel 12	30
Afbrænding, tabel 13	31
Tørveskrælning, tabel 14	33
Slåning efterfulgt af græsning, tabel 15	34
Afbrænding og græsning, tabel 16	35
Afbrænding og fræsning, tabel 17	36
Afbrænding efterfulgt af pløjning og rugdyrkning, tabel 18	37
Afbrænding efterfulgt af tørveskrælning, tabel 19	38

Samlet oversigt over udvikling i dække af blåtop, bølget bunke og hedelyng	39
Frekvens af hedelyng, bølget bunke og blåtop i forhold til behandlinger	43
Effekten af behandlinger i forhold til kvælstofniveau	43
Udvikling i dække af blåtop, bølget bunke og hedelyng i forhold til behandlinger, pH og glødetab	44
Effekten af langtidsgræsning	45
Diskussion	48
Jordbund	48
Nedbør	49
Effekten af behandlingerne	50
Græsning	51
Slåning	51
Stubharvning og fræsning	52
Afbrænding	52
Tørveskrælning og pløjning	53
Effekten af behandlinger på kvælstofmængden	53
Regeneration af plantedækket	54
Canoco-analyse	56
Resultaterne peger på behov for at finde supplerende plejemetoder	57
Lynghøster	57
Hedehøster og blåtopfræser	57
Herbicer	58
Gentagne behandlinger	58
Konklusion og anbefalinger	59
Anbefalinger	60
Kilder	61

Indledning

Denne rapport bringer resultater fra et forsøg på praktisk anvendelig bekæmpelse af blåtop. Forsøget, der har fundet sted på Randbøl Hede under Randbøl Statsskovdistrikt, Skov- og Naturstyrelsen, blev etableret i 1999 og har løbet over 5 år. Det er udført af **Skov & Landskab**, KVL i samarbejde med Randbøl statsskovdistrikt, Skov- og Naturstyrelsen (SNS) og Degn's Naturconsult.

Formål

At finde metoder, baseret på traditionelle drifts- og plejemetoder som afbrænding, afgræsning og maskinelle behandlinger i forskellige kombinationer, der kan retablere dværgbuskesamfund på heder, hvor blåtop har udviklet eller er under udvikling mod en dominerende status. Der lægges vægt på at afprøve metoder, der vil kunne anvendes som redskab til pleje af store hedearealer.

Baggrund

Blåtop udgør et voksende problem på mange danske heder. Trods en stor indsats for at pleje hederne har blåtop bredt sig på bekostning af hedelyng og andre dværgbuskesamfund på fugtige såvel som mere tørre heder som f.eks. på Randbøl Hede og Trehøje i Ringkøbing Amt. Blåtop er ikke kun et problem på danske heder, men synes at være et generelt problem for nordvesteuropæiske hedesamfund. Engelske pollenundersøgelser fortæller, at blåtop ikke tidligere har haft så stor udbredelse som nu (Chambers et al. 1999). Som årsag til dens succes angives manglende eller utilstrækkelig pleje af hederne samt den øgede kvælstoftilførsel (Aerts & Heil 1993). Forsøg med forskellige former for gødskning tyder på, at blåtop især fremmes af ammoniumtilførsel (Taylor et al. 2001).

De hidtidige praktiske erfaringer med bekæmpelse af blåtop samt resultater fra udenlandske forskningsprojekter tyder på, at traditionelle hedeplejemetoder med afbrænding, græsning eller slåning ikke er tilstrækkelige til at genoprette dværgbusk dominerede hedesamfund på heder, hvor blåtop har etableret en dominans (Ringkøbing Amt (personlig kontakt), Aerts & Heil 1993, Todd et al. 2000). Der er derfor behov for at finde mere effektive plejemetoder, der kan genskabe dværgbuskenes dominans på bekostning af blåtop.

Forsøgsområde Randbøl Hede

Den ca. 800 ha store hede ligger på en hedeslette med indlandsklitter og afblæsningsflader. Ud over en markant klitformation, Staldbakkerne, ligger der små, lave klitter spredt over store dele af heden. Afblæsningsfladerne ligger som lavninger i det småkuperede landskab, nogle med tørre hedetyper og andre med fugtig bund og kærvegetation. Hedeslette, klitter og afblæsningsflader varierer med hensyn til fugtigheds- og jordbundforhold, som sammen med driftshistorien giver en mosaik af plantesamfund.

Randbøl Hede er udpeget som habitatområde (habitatområde nr. 71, SNS 2003). Området er på 958 ha og omfatter ud over heden et klitområde i Frederikshåb Plantage.

Tabel 1. Udpegningsgrundlaget for habitatområde nr. 71, Randbøl Hede (SNS 2003)

Randbøl Hede og klitter i Frederikshåb Plantage udpegningsgrundlag
Indlandsklitter med lyng og visse (2310)
Indlandsklitter med lyng og revling (2320)
Indlandsklitter med åbne græsarealer med sandskæg og hvene (2330)
Brunvandede søer og vandhuller (3160)
Våde dværgbusksamfund med klokkelyg (4010)
Tørre dværgbusksamfund (heder) (4030)
Artsrige overdrev eller græsheder på mere eller mindre sur bund (6230)
Tidvis våde enge på mager eller kalkrig bund, ofte med blåtop (6410)
Hængesæk og andre kærsmfund dannet flydende i vand (7140)
Plantesamfund med næbfrø, soldug eller ulvefod på vådt sand eller blottet tørv (7150)

Mens dværgbuskesamfund med hedelyng som den helt dominerende art dækkede 87% af Randbøl Hede i 1954, er dækningen af dværgbuskene reduceret til 23% i 1995 (figur 1, Degn 1997). Blåtop har bredt sig fra at dække 28 ha med ren blåtop i 1954 til 298 ha med ren blåtop i 1996, svarende til at 36% af heden er domineret af blåtop. Men hertil kommer yderligere 100-200 ha, hvor blåtop udgør et væsentligt indslag sammen med dværgbuske og bølget bunke (Degn 1997).

Græsserne breder sig på klitter og flader, både på tør og fugtig bund og danner mere artsfattige og homogene bevoksninger på bekostning af en artsmæssig og strukturelt mere varieret vegetationsmosaik i dværgbuskdominerede samfund. I 2000 og igen i 2001 var der angreb af lyngens blad-bille på store dele af lyngen på Randbøl Hede. Angrebene har været med til at svække især den ældre lyng og fremskynder formodentlig frem-marchen af blåtop yderligere.

Vegetationstilstanden på Randbøl Hede må således vurderes som ugunstig i forhold til bevaringsmålsætningen for de dværgbuskdominerede habitattyper med en fortsat negativ udviklingstendens selvom en formel vejledning for denne vurdering endnu ikke foreligger. Udviklingen formodes at hænge sammen med en øgning af næringstofniveauet, bl.a. som følge af den luftbårne kvælstof-deposition. Depositionen er ud fra modelberegning

angivet til at ligge mellem 23,7 kg N/ha/år, der er gennemsnitstallet for Billund kommune, og 22,4 kg N/ha/år, der er gennemsnitstallet for Egtved kommune. De beregnede værdier er over tålegrænsen, der er angivet som 10 - 15 (22) kg N ha⁻¹ år⁻¹ ; lichenheder dog kun 7 - 12 (17) kg N ha⁻¹ år⁻¹) (Anon 2003).

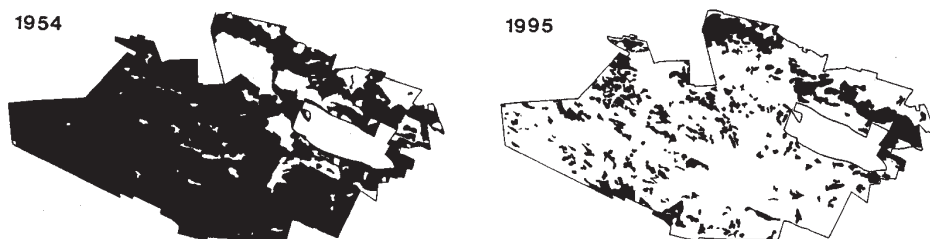


Fig. 1. Udbredelsen af dværgbuskhede (markeret med sort) på Randbøl Hede i 1954 og 1995. Størstedelen af de hvide arealer er græshede (Degn 1997).

Anlæg af forsøg

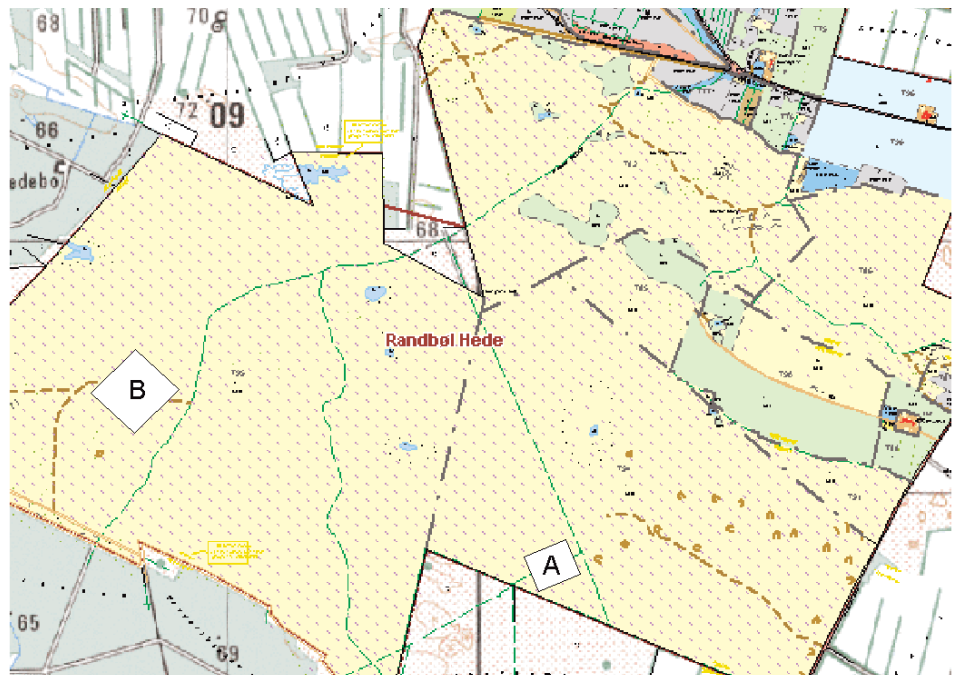
Da det har vist sig, at de hidtil anvendte metoder ikke kan bekæmpe blåtop, vurderes det, at der er behov for at kombinere forskellige plejemetoder for at få effektiv bekæmpelse. Der blev derfor sammenstillet forskellige kombinationer af afbrænding, græsning, slåning, fræsning, skræling og pløjning med henblik på at finde behandlinger der

- fjerner eller ødelægger blåtoppens tue-strukturer,
- mindsker blåtoppens regeneration og frøspiring samt
- giver spiremulighed for dværgbuske.

Der blev valgt at arbejde med relativ store forsøgsfelter på 2000m² for at kunne få et realistisk indtryk af effekten af de enkelte behandlinger og for at få indhøstet praktiske erfaringer med anvendelsen af maskiner og metoder, der kan overføres til pleje af større heder. De store forsøgsflader har også givet et mere realistisk billede af tidsforbrug og dermed omkostningsniveau for de enkelte plejemetoder end små felter kan give.

Forsøgsdesign

Forsøget er anlagt på Randbøl Hede som blokforsøg med tre gentagelser placeret i to områder, benævnet område A med 1 blok og område B med to blokke (se figur 2).



Figur 2. Udsnit af Randbøl Hede med de to forsøgsområder A og B med grænse for habitatområdet.

Hver blok er inddelt i 12 felter på 40x50 meter, der er placeret samlet, dog er der etableret et 10 meter bredt brandbælte mellem felter med afbrænding og anden pleje. Felterne er fortløbende nummereret med numrene 1-12 i område A og 13-36 i område B (se figur 4).

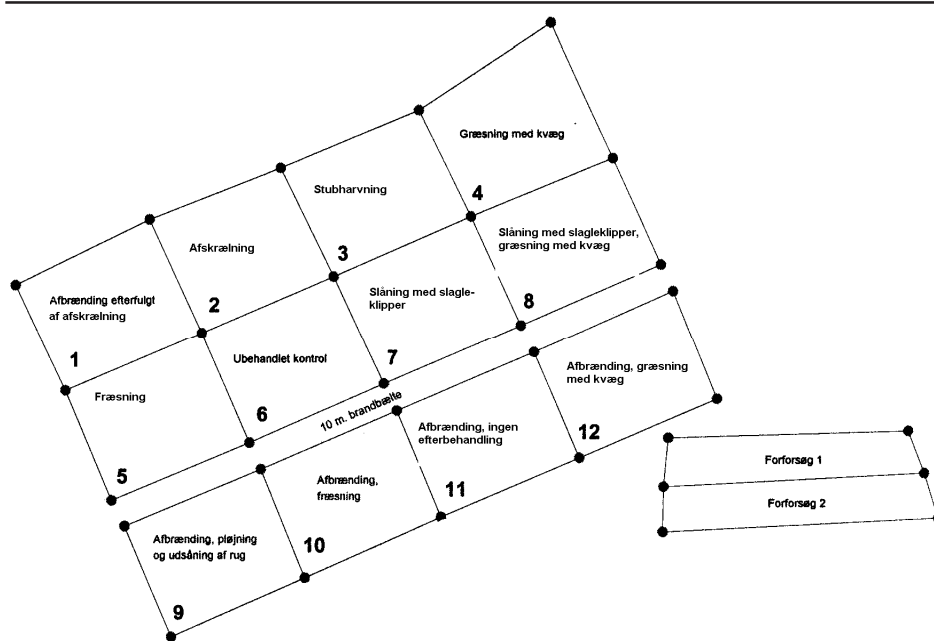


Figur 3. Del af område B før forsøgene starter med en mosaik af blåtop, bølget bunke og hedelyng

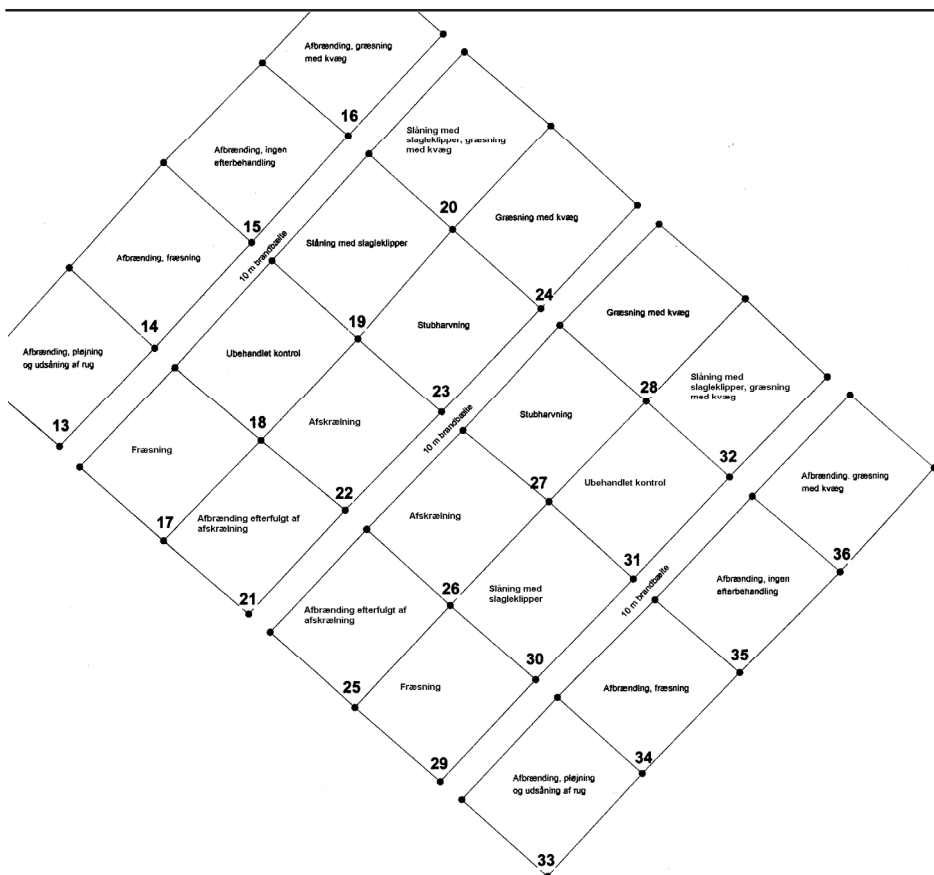
Forsøgsbehandlinger

Tre blokke hver med følgende 12 forsøgsbehandlinger (se figur 4 og figur 5):

- Afbrænding efterfulgt af afskrælning
- Afskrælning
- Stubharvning
- Græsning med kvæg
- Fræsning
- Ubehandlet kontrol
- Slåning med slagleklipper
- Slåning med slagleklipper efterfulgt af græsning med kvæg
- Afbrænding, pløjning og udsåning af rug
- Afbrænding, fræsning
- Afbrænding, ingen efterbehandling
- Afbrænding efterfulgt af græsning med kvæg



Figur 4. Område A med felterne 1-12 med forsøgsbehandlinger. Felterne, forforsøg 1 og 2 blev anvendt til afprøvning af forskellige maskinelle behandlinger inden forsøgsbehandlingen



Figur 5. Område B med felterne 13-36 med de 12 forskellige behandlinger.

Valg af metoder – i teori og praksis

Afgræsning

Kvæg blev foretrukket som græsningsdyr frem for får, dels fordi kvæg i højere grad vil æde de grove græsser og træde græstuer op og, dels fordi der allerede var naboområder med kvæg, der kunne indgå i forsøget.

Græsning blev som planlagt udført af kvæg. Område A ligger tæt ved en stor kreaturindhegning med herefordkvæg, græsningen kunne derfor etableres ved at forbinde hegningen omkring forsøgspelterne med den store hegning. Det viste sig at give en begrænset græsningseffekt det første år, da kvæget foretrak den friske, lave vegetation i den store fenne fremfor den høje blåtop i forsøgspelterne. Året efter blev en stor flok kvæg lukket ind på forsøgspelterne og holdt der, til der var græsset i bund. Område B ligger længere væk fra græsningsarealer, og det viste sig vanskeligt at finde en dyreholder, som ville sætte dyr derud. Derfor blev afgræsningen først etableret i 2001 i område B. Græsningen blev foretaget af skotsk højlandskvæg, men ved et lavere græsningstryk end i område A, da dyrene foretrak andre dele af indhegningen. For begge indhegninger gælder, at der gik lang tid imellem de indledende behandlinger med slåning og afbrænding og den efterfølgende græsning.

Afbrænding

På baggrund af tidligere erfaringer på Randbøl skovdistrikt med afbrænding hhv. sommer og vinter, hvor utilsigtet afbrænding om sommeren gav en bedre lyngregeneration efter bølget bunke dominans end vinterafbrændingen, blev afbrændingen planlagt til om muligt at ske i perioden august-oktober. (Der foreligger dispensation til afbrænding uden for normal afbrændingssæson).

Afbrænding blev startet efteråret 1999 i område A. Felterne 1,9,10,11 og 12 samt 13,14,15,16, 21 og 25 blev brændt i løbet af september - oktober 1999, men derefter blev det for vådt til at afslutte afbrændingen. Felterne 33, 34, 35 og 36 blev brændt i april 2000.

Slåning

Det var planen at slå med slagleklipper i to højder, først for at fjerne de grove tuer og efterfølgende i en lavere højde for at findele græstørven og brække rodstrukturen i stykker, bl.a. på baggrund af gode resultater med denne metode i engelske forsøg (Roworth & Morris, 1998). Udsåning af afhøstede lyngfrø efter slåning blev overvejet, men opgivet, da det formodedes, at der var rigelige mængder af lyngfrø på arealerne.

Slåningen blev udført med grønthøster uden opsamling af materialet. På grund af terrænforhold blev der kun slået i en højde.

Fræsning

Efterbehandling af de fræsede områder blev overvejet på baggrund af et forforsøg med fræsning med "industrifræser" i 15 cms dybde, der gav en jævn overflade med et tykt findelt lag af græstørv. Græstørven forhindrer lys til overfladen og dermed frøspiring, ligesom det øverste jordlag under

græstørven er ret porøs mineraljord, der næppe vil give lyng ideelle spiringsbetingelser (se figur 6). Efterbehandling med svidning med gasbrænder blev dog kun gennemført i forforsøget.



Figur 6. Fræsningen blev foretaget med industrifræser i ca. 15 cms dybde.

Pløjning

Pløjning indgik i behandlingerne for at inddrage en kulturhistorisk plejeform med rugdyrkning. Pløjedybden blev fastsat til ca. 15 cm.

I praksis blev der pløjet dybere end planlagt for at få vendt blåtoppen rundt med en pløjedybde på omkring 25 cm (se figur 7). Der blev håndudsået rug foråret 2000. Det gav meget få rugspirer (se figur 8 næste side). Der kom meget lidt nedbør i forårs månederne, og da den manglende spiring kunne skyldes tørke, blev det besluttet at gentage udsåningen året efter. Udsåningen blev gentaget i 2001 med såmaskine. Det resulterede i lidt flere rugplanter, men stadigvæk med stor afstand mellem de enkelte planter.



Figur 7. Pløjning efter afbrænding. For at få under blåtoppen vendt rundt blev pløjedybden øget til ca. 25 cm.



Figur 8. Der var kun få rugplanter, der spirede i 2000.

Stubharvning

Stubharvning blev valgt, fordi den giver en kombineret påvirkning af den overjordiske vegetation med en punktvise jordbehandling. Ved forforsøg med modificeret gruber monteret med "gåsefodslapper" blev blåtop undersøret og rykket væk på mindre og større pletter ved kørsel hhv. 1 gang og 2 gange i tværgående retninger. Det gav en mosaik af huller med jordfladen blottet med mulighed for frøspiring (se figur 9). Kørsel med gåsefodslapper gav problemer med materiale, der satte sig fast på knivene og derefter blev aflagt i store bunker. Derfor erstattedes gåsefodslapperne af rulleskær, ligesom der monteredes støttehjul, således at maskinen ikke arbejdede for dybt.



Figur 9. Foto. Stubharvning resulterer i en ujævn overflade med furer, hvor mineraljorden er blottet.

Tørveskrælning

Der har været foretaget forskellige forsøg med tørveskrælningsudstyr i Danmark, bl.a. med maskine udviklet af Hedeselskabet, som dog ikke længere var tilgængelig. I stedet for valgtes et tørveskrælleudstyr, som man i Holland har gode erfaringer med (se figur 10).



Figur 10: Den hollandske tørveskræller blev styret præcist til kun at skrælle det øverste tørveholdige jordlag.

Den hollandske tørveskrælle maskine blev anvendt på en del af felterne, nemlig 2, 22 og 12, mens resten af felterne, 1, 21 og 25 blev afskrælet ved hjælp af gummiged (se tabel 2). Med den hollandske maskine fulgte et mandskab som havde stor ekspertise med tørveskrælning, og som sikrede at afskrælningen blev styret til kun at fjerne det tørveholdige lag men dog under blåtoppernes vækstpunkter (se figur 10). Trods denne styring var der en del uorganisk materiale i det afskrællede materiale.

Oversigt over gennemførte behandlinger og noter vedr. maskiner

De efterfølgende tabeller 2 og 3 bringer en oversigt over de gennemførte behandlinger med bemærkninger om metoder og økonomi. Tallene for omkostninger er skønnet og skal tages med forbehold for bl.a. de relativt små prøveflader beliggende med stor afstand fra hinanden.

Noter	Behandlinger	Felter	Kr. pr ha* Maskiner og mandskab (- tilsyn med kvæget)	Bemærkninger	Beskrivelse
1, 2	Afbrænding efterfulgt af afskrælning	1, 21, 25	23350	Afbrænding foretaget sep.- okt.1999	Afskrælning foretaget med gummiged af Frederikshåb Maskinstation (FM). Afskrælning foretaget juni 2001. Den er foretaget med en grab med tænder, tidsforbruget var 3 – 4 timer pr. prøvefelt. Gravemaskine, der bedre kan udføre en punktbehandling af felterne med blåtop, kunne have været anvendt i stedet for gummigeden.
3	Afskrælning	2, 22, 26	23600-29500	Afskrælning foretaget maj 2000	Afskrælningen blev foretaget med en hollandsk specialmaskine. Til bortkørsel af materiale blev der anvendt to traktorer med tipvogn. (Det skønnes, at tre traktorer vil være mere optimalt). Der kunne ikke anvendes gødningsspreder, da spredemekanikken blev ødelagt af indtrængende sand. Afskrælning tog 10 t/ha og der blev kørt ca. 500 m ³ /ha bort ¹
4	Stubharvning	3, 23, 27	1750	Stubharvning okt. 2000	Harvningen blev udført med en Bovlund grubber. For at opnå større frihøjde var den monteret med 2 gåsefodslapper. Der blev harvet på kryds således, at græsset blev løsnet ved første overkøring og vendt rundt ved anden overkøring. Harvningen blev udført af FM.
	Græsning med kvæg	4, 24, 28	Udgifter til hegn og tilsyn er ikke opgjort	Felt 4 afgræsset fra okt. 2000 Felt 24, 28 afgræsset fra jun. 2001 med skotsk højlandskvæg	Område A græsset med hereford ammekvæg, med 1 SK/ha i 2000 (fra okt.) og 2001 (fra medio maj). I 2002 blev alle dyrene, 60 køer med 40 kalve sat på de 4 ha. i tre dage. Område B blev i 2002 græsset juni-nov. I 2002 og 03 fra maj til nov.
5	Fræsning	5, 17, 29	3000-4000	Fræsning maj 2000. Ikke efterbehandlet	Fræsset med en 3 m Howard industrifræser af FM. Arealerne overkørt én gang. Der er ikke foretaget efterbehandling i forsøgsparcellerne, men et tilsvarende område udenfor parcellerne er afsvedet med en traktormonteret ukrudtsbrænder.
	Ubehandlet kontrol	6, 18, 31		Nr. 30 og 31 er blevet forvekslet, så felterne har byttet funktion. Nr. 31 er ny kontrol	

¹ Skovfoged Nis Thomsen anslog mængderne ud fra et kvalificeret gæt på antallet af læs og fik det til ca. 500m³ i alt. Det er sandsynligvis for lidt, da den gennemsnitlige skrælledybde ligger omkring 5 cm.

* Omkostningerne skal tages med forbehold, jf. bemærkninger ved tabel 3.

Noter	Behandlinger	Felter	Kr. pr ha*	Bemærkninger	Beskrivelse
6	Slåning med slagleklipper	7, 19, 30	3200	Felt 7 og 30 slået oktober 2000 Felt 19 slået juni 2001	Slået med ombygget Taarup grønthøster to gange i samme højde. Der kunne i stedet være anvendt en Texas rotorklipper, der slår én ha på 3-4 timer.
6	Slåning med slagleklipper, efterfulgt af græsning med kvæg.	8, 20, 32	3200	Felt 8 og 32 slået oktober 2000 Felt 20 slået juni 2001 Felt 8 afgræsset fra okt. 2000 Felt 20 og 32 afgræsset fra juni 2001	Slået med ombygget Taarup grønthøster to gange i samme højde. Græsset med hereford ammekvæg med kalve. Der må påregnes udgifter til hegning og tilsyn.
1, 7, 8	Afbrænding, pløjning, udsåning af rug.	9, 13, 33	5900	Gennemført forår 2000 med håndsåning, 8-10 cm høje rugplanter nov. 2000. Tilsået med såsæd okt. 2001	Pløjning med 1-furet plov udført af FM. Første tilsåning blev udført med håndkraft og gav et meget dårligt resultat pga. tørke. Det blev derfor nødvendigt med en ny tilsåning, denne gang med en 3 m såmaskine med rotorharve, udført af FM.
1, 5	Afbrænding, fræsning	10, 14, 34	3550-4550	Felt 10 afbrændt & fræset sep. 1999 Felt 14 afbrændt okt. 1999 & fræset april 2000 Felt 34 afbrændt & fræset april 2000	Fræset med en 3 m Howard industrifræser af FM. Arealerne blev overkørt én gang.
1	Afbrænding	11, 15, 35	550	Felt 11 og 15 afbrændt sep. – okt. 1999 Felt 35 afbrændt april 2000	Afbrændingen er foretaget af Randbøl skovdistrikt. Der blev anvendt et tremandshold med en traktor med bomsprøjte.
1	Afbrænding efterfulgt af afgræsning med kvæg	12, 16, 36	550	Felt 12 og 16 afbrændt sep. – okt. 1999 Felt 36 afbrændt april 2000 Felt 12 afgræsset fra okt. 2000 Felt 16 og 36 afgræsset fra juni 2001	Område A græsset med hereford ammekvæg med kalve. Område B græsset med skotsk højlandskvæg.

* Omkostningerne skal tages med forbehold, jvf. bemærkninger ved tabel 3.

Tabel 3. Noter vedr. maskinomkostninger jf. tabel 2. Tallene skal tages med forbehold for de specielle forhold ved forsøgsbehandlingerne.

Noter	Behandling	Gennemsnitlig kapacitet timer/ha		Omkostninger kr./ha		Total kr./ha
1	Afbrænding	Mandtimer	2,2	Mandtimer	140	550
		Traktortimer	0,7	Traktortimer	350	
2	Afskrælning med gummiged	Gummiged Traktor	17,5 35	Gummiged Traktor	500 400	22800
3	Afskrælning med hollandsk maskine	Hollandsk mask. Traktor	8-10 16-20	Hollandsk mask. Traktor	2150 400	23600- *) 29500
4	Stubharvning	Traktor	5	Traktor	350	1750
5	Fræsning	Traktor	6-8	Traktor	500	3000-4000
6	Slagleklipper	Traktor	8	Traktor	400	3200
7	Pløjning	Traktor	7-8	Traktor	400	2800-3200
8	Såning	Traktor	2	Traktor+ rug 225 kg/ha (2,50 kr./kg)	900 560	1800
9	Fræsning efter afbrænding	Traktor	4-6	Traktor	500	2000-3000

*) Afskrælding uden deponering af det afskrællede materiale.

Analysemetoder

Jordbund

Der er udtaget indledende jordbundsprøver fra samtlige felter. Jordbundsanalyserne omfatter C, N, K, Ca og P. Desuden bliver der målt pH og glødetab. Analyserne er udført af laboratoriet, Afd. for Skovøkologi, Skov & Landskab, KVL.

Det var foreslået, at der skulle udtages blandprøver fra hhv. O- og A-horisonten. (En typisk hedejord har øverst en O-horisont, som har karakter af et morlag med stort indhold af delvis nedbrudte planterester. Derefter følger en A-horisont, som er mørkfarvet af humus, og under den en E-horisont som består af sand, se foto, fig. 11.) Ved prøvetagningen viste det sig, at der mange steder ikke er udviklet en veldefineret lagdeling, og der er derfor ikke foretaget en opdeling af prøverne på to horisonter. Prøverne fra de enkelte felter er sammensat af 16 stik af de øverste 10 cm jord. Prøverne er udtaget under den dominerende vegetationstype i det pågældende felt, inddelt i hhv. blåtop, dværgbuske, og andet. Prøverne fordeler sig med 33 prøver under blåtop og 39 under dværgbuske og andet.

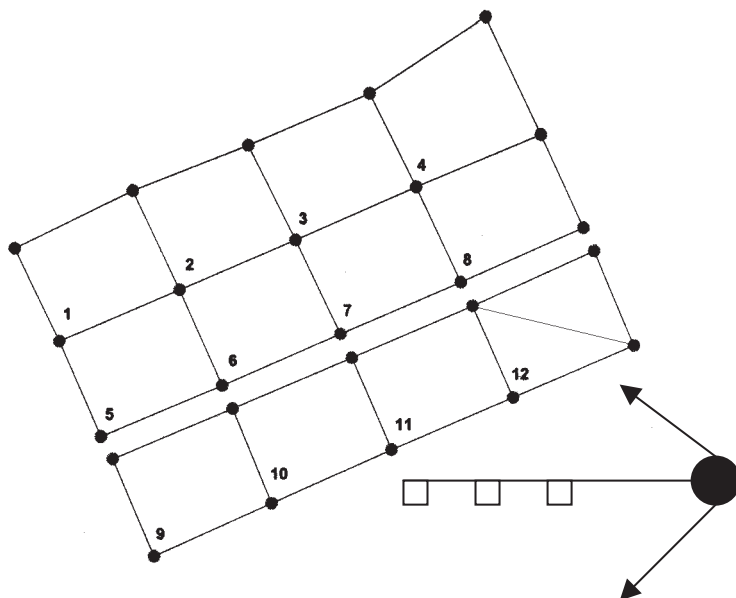
Udtagning af jordprøver er gentaget i 2003, men på grund af økonomien er disse prøver ikke blevet analyseret bortset fra, at der er målt pH og glødetab.



Figur 11. Jordprofil, felt nr. 1. Der er en få centimeter tyk O- og A-horisont øverst (det brune og sorte lag) efterfulgt af blegsand (E-horisonten).

Vegetation

Vegetationen er analyseret ved hjælp af dækningsgradsanalyser i permanente 1x1 m store felter. Der er udlagt 10 analysefelter per forsøgsfelt således, at der i alt er 360 vegetationsanalysefelter. Analysefelterne er udlagt langs forsøgsfeltets ene diagonal. Der er valgt den diagonal, der er nærmest på retningen øst-vest. Der er 4 meter mellem de enkelte felter, og 9 meter fra de yderste felter til forsøgsfeltets hjørnemarkering (se figur 12).



Figur 12. De ti felter placeres diagonalt på snoren, der trækkes mellem to af forsøgsfeltets hjørnepæle. Første felt placeres 9 m. fra hjørnet.

De enkelte plantearters dækning, det vil her sige dens lodrette projektion ned på jordoverfladen, er registreret efter en 10-delt skala. Skalaen er procentisk, og opdelt i 10% intervaller (100%, 90%, 80%10%, 0%). Den nedre ende af skalaen, 0-10% er dog yderligere opdelt i 5%, 2% og 1%. Værdien 1% er anvendt, blot arten er til stede, også selv om dækningen ikke når 1%, dvs. dækker et areal på 10x10 cm. Dækningen for de enkelte arter er angivet som den gennemsnitlige dækningsgrad fra de 10 analysefelter, der indgår per forsøgsfelt. Et 0 angiver, at den pågældende art har været til stede i mindst 1 af analysefelterne, men at gennemsnittet har været for lavt til at give værdien 1%.

Ud over den gennemsnitlige dækningsgrad er der angivet en frekvensværdi, der angiver hvor mange af de 10 analysefelter, den pågældende plante er registreret i. Frekvensværdien fortæller således, om forekomsten af en art er begrænset til få felter, eller om den findes mere jævnt fordelt, herunder om arten har samme spredningsmønster før og efter plejen – eller om den f.eks. er spredt til nye felter efter plejeindgrebet. Dette kan ikke aflæses alene af den gennemsnitlige værdi for dækning.

Der er foretaget analyse af vegetationen i august 1999, inden forsøgene blev iværksat. Analyserne er gentaget i 2000, 2001 og 2003. I 2003 blev der udlagt vegetationsanalysefelter i nye forsøgsområder. Disse analyser indgår ikke i resultaterne, men er vedlagt som bilag.

I 2004 er der foretaget en supplerende vegetationsanalyse med 3x20 felter på langtidsgræsset hede, der indgår i resultatdelen til belysning af græsnings-effekten. Græsningshistorien på arealerne er beskrevet af H.J. Degn og vedlagt som bilag.

Under beskrivelsen af hovedarternes forekomst er anvendt betegnelserne:

- Ko-dominant, svarende til 25-50% dække
- Dominant, svarende til 50-75% dække samt
- Superdominat, svarende til > 75% dække

Statistisk behandling af data

Der er lavet kombinerede F- og t-test på jordbunds faktorerne under hhv. blåtop og anden vegetation ud fra 1999-resultaterne, samt på udviklingen fra 1999 til 2003 på pH og glødetab. For hver behandling er der udført en χ^2 -test af frekvensværdierne. Der er lavet multivariable analyser af resultater i forhold til jordbundsanalyser og behandlinger foretaget som CCA (canonical correspondance analysis) i CANOCO (ter Braack & Smilauer, 1998).

Fotoregistrering

Der er etableret en fotoregistrering af forsøgene med foto fra faste standpunkter fra hvert felt. Første serie er fotograferet i september 1999 inden forsøgsbehandlingen er startet. Fotograferingen er gentaget hvert år.

Resultater

Vegetationen på Randbøl Hede fremtræder i dag som en mosaik af græshede domineret af blåtop og bølget bunke og dværgbuskhede. Fordelingen på græs- og lynghede afspejler forskelle i jordbundsmæssige, geomorfologiske og hydrologiske forhold i kombination med driftshistorie mv. Dette giver sig også udtryk indenfor de to forsøgsflader og inden for de enkelte forsøgsefter, hvor vegetationssammensætningen falder i tre hovedtyper:

- flader, der helt domineres af blåtop; denne type findes især, hvor der er akkumuleret et lag førne
- flader, der domineres af bølget bunke, men oftest med et vist indslag af blåtop; denne type findes især på højereliggende hedeslette og på indsande.
- flader med mosaik af hedelyng, bølget bunke og blåtop inden for kort afstand; denne type findes hovedsageligt på afblæsningsflader og klitter uden førnelag.

Jordbund

For at undersøge om der er forskel på de to undersøgelsesområder A og B er der beregnet middelværdier og standardafvigelser for område A og B i 1999, se tabel 4. De to områder viser ingen signifikante forskelle i nogen af de undersøgte jordbundsfaktorer.

Tabel 4. Middelværdi og standardafvigelse i område A og B af resultaterne fra den indledende jordbundsanalyse i 1999. P, Ca og K er angivet i pars per million (ppm). Der er udført kombineret F- og t-test på værdierne fra de to områder, og der er ingen signifikante forskelle mellem de to områders jordbund.

	pH	P, ppm	Ca, ppm	K, ppm	C, %	N, %	C/N-ratio	glødetab, %
Område B	3,42	10,8	63,6	36,4	31,3	1,28	23,5	5,48
	± 0,161	± 3,21	± 24,1	± 9,52	± 9,00	± 0,311	± 4,91	± 1,50
Område A	3,33	11,3	67,4	36,9	27,3	1,15	24,0	5,11
	± 0,205	± 4,15	± 29,0	± 11,0	± 8,52	± 0,378	± 3,14	± 1,37

Mens der ikke er forskel på jordbundsfaktorer i område A og B, ser det umiddelbart ud til, at der er nogle tydelige forskelle mellem flere af jordbundsfaktorerne i jorden under hhv. blåtop og anden vegetation (tabel 5), og en kombineret F-t-test viser, at der er statistisk sikre forskelle mellem værdierne for calcium, kalium, kulstof og kvælstof, der i alle tilfælde er signifikant højere i jorden under blåtop ($p < 0,05$ i både F- og t-testen).

C/N-ratio og glødetab er endvidere signifikant forskellige i t-testen ($p < 0,05$), men ikke i F-testen. Det vil sige, at der er forskelle i placering af middelværdierne og spredningen omkring dem, men ikke i spredningsmønstret. Da de to faktorer imidlertid er forbundet til C- og N-værdierne, skal de forskellige placeringer ses som reelle, signifikante forskelle. Derudover er der signifikant forskel mellem glødetabsmålingerne i 1999 og 2003,

hvilket viser, at der er et mindre indhold af humus i 2003 ($p < 0,05$ i F-testen og $p < 0,005$ i t-testen). De større C-værdier, C/N-ratio og glødetab giver udtryk for, at der tillige er en større akkumulering af ikke-omsat biomasse i form af førne og tørv under blåtop.

Tabel 5. De analyserede jordbundsfaktorer i 1999 og 2003. Tallene repræsenterer i alt 72 prøver fra de 36 forsøgsefter. I 1999 er prøverne inddelt i to hovedvegetationstyper; blåtop og anden vegetation, der umiddelbart synes forskellige. Der er 33 analyser fra blåtop og 39 fra anden vegetation. I 2003 er prøverne ikke opdelt på blåtop og andet, da flere af prøvetagningsområderne ikke entydigt kunne henføres til en af grupperne. Udviklingstendenser i forhold til de enkelte behandlinger fremgår af Canoco - figur 30 (side 45).

1999	pH	P, ppm	Ca, ppm	K, ppm	C, %	N, %	C/N-ratio	Glødetab, %
Blåtop	3,31	10,7	79,6	42,9	34,1	1,36	25,2	5,91
	± 0,168	± 3,37	± 36,6	± 15,3	± 12,1	± 0,479	± 3,09	± 1,67
Anden	3,46	11,2	52,4	31,1	26,4	1,14	23,4	4,88
	± 0,209	± 5,66	± 19,5	± 8,97	± 8,00	± 0,337	± 3,12	± 1,70
Middel	3,39	11,0	64,9	36,5	30,0	1,24	24,2	5,35
	± 0,205	± 4,73	± 31,5	± 13,5	± 10,7	± 0,420	± 3,21	± 1,75
2003								
Middel	3,26							4,46
	± 0,193							± 1,19

Nedbør

Der var store svingninger i den årlige nedbørsmængde i løbet af den 5-årige forsøgsperiode (tabel 6)

Tabel 6. Den månedlige nedbørssum for perioden 1999 – 2003 målt ved Billund flyveplads. Kilde: DMI.

Nedbørssum mm													
År	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec	Året
1999	115,4	66,3	94,4	44,1	26,9	139,6	64,2	88,4	192,9	121,2	48,5	198,8	1200,7
2000	87,2	109,3	74,5	38,1	65,6	83,9	64,7	72,9	74,7	136,9	111,2	83,9	1002,9
2001	51,9	71,2	47,3	70,1	41,2	59,1	67,6	98,3	146,2	83,8	70,4	68,8	875,9
2002	131,7	146	49,8	43,9	56,2	105,1	100,2	59,7	11,1	125,9	88,1	22,6	940,3
2003	65,5	22	21,5	58,4	95,5	96,6	71,3	56,7	35,5	68,6	50,4	109,4	751,4

Året 2000 er specielt derved, at et halvt år med massivt nedbørsoverskud efterfølges af en periode på syv måneder med et akkumuleret nedbørsunderskud (tabel 7). I 2001 er sommeren præget af nedbørsunderskud og i 2002 og 2003 er der også et markant nedbørsunderskud, men først hen i efteråret – og derved efter det tidspunkt, hvor vegetationsanalysen er foretaget.

Tabel 7. Akkumuleret nedbørsover- eller -underskud i perioden april til oktober. Den første kolonne angiver, hvorledes den forudgående vinterperiode (november til marts) samlet set var. Nedbørsunderskud og -overskud er defineret i forhold til middeltal for nedbøren.

År	Vinter	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober
1999	Lidt fugtig	-6,8	-37	6	-3,6	9,2	110	123,6
2000	Meget fugtig	-12,8	-4	-17	-25,6	-27,8	-45	-15,4
2001	tør	19,2	3	-35	-40,6	-17,8	36	12,6
2002	Lidt fugtig	-6,8	-8	0	26,4	11,2	-70	-51,5
2003	tør	7,2	46	46	43,4	25,2	-31	-69,4

Vegetation

I forhold til den behandlede problemstilling om blåtops ekspansion, er der tre betydende arter, der kan give væsentlige fingerpeg om resultatet af en behandling: blåtop, bølget bunke og hedelyng. Der er andre arter, der fortæller noget om effekten af forstyrrelser på plantesamfund og jordbund, f.eks. almindelig hvene, pille-star og mangeblomstret frytle. De har alle en markant fremgang i forbindelse med de mere radikale behandlinger (gerne med påvirkning i de øvre jordlag). Andre arter er indikative for øget mineralisering, f.eks. rødknæ og brandbæger. Endelig er der arter, der udviser kraftige svingninger, der bedst kan relateres til forskelle i de enkelte års vækstbetingelser, lyng-snerre, tormentil og skovstjerne. Disse artsgrupper vurderes imidlertid ikke at fortælle noget afgørende om effekten af behandlingen i forbindelse med undersøgelsens mål. Forekomst og dækning af alle arter er vist i tabel y-1 og y-2 i bilag 2.

Effekt af de enkelte behandlinger på blåtop, bølget bunke og hedelyng

I det følgende gennemgås ændringerne i de tre plantearters dække og udbredelse i forhold til udgangspunkt og plejemetode.

Kontrol, tabel 8

I kontrolfelterne er blåtop dominant i felt 18 og ko-dominant i felt 6 og 31. Alle tre felter har et væsentligt dække af bølget bunke, men arten er vigende i alle tre felter. I 2000 synes blåtop at være gået tilbage i alle felter, men ser man på de senere analyseresultater, bevarer blåtop sin andel af dækket eller har en svagt stigende andel. Der er således en tendens til, at der er en fortsat ekspansion af blåtop. Ændringerne i hedelyngens dække og frekvens kan skyldes uddøen pga. bladbille-angreb, klimapåvirkning, almindelig degeneration på grund af alder osv.

Tabel 8. Dække og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng i tre ubehandlede kontrolfelter. Dække er angivet som procent og frekvensen som forekomst i antal af ti felter à 1m².

	Felt 6				Felt 18 Dække				Felt 31			
År:	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
Blåtop	42	36	45	45	63	38	63	63	36	34	49	55
Bølget bunke	46	33	17	20	29	17	15	10	32	36	24	23
Hedelyng	2	13	0,5	3	0	0,3	2,7	16	8	13	0	0
					Frekvens							
År:	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
Blåtop		7	7	7		9	8	9		10	10	10
Bølget bunke		10	10	10		10	10	10		10	10	10
Hedelyng		5	1	1		2	4	7		7	0	0

Konklusionen mht. udviklingen i den uforstyrrede del af heden er, at blåtop langt hen ad vejen har koloniseret de for den mere optimale flader og tilsyneladende langsomt ekspanderer ind over nabofladerne, mens bølget bunke viger på disse. Mængden af bølget bunke, hhv. hedelyng i de omhandlede felter og mere generelt de tilstødende hedeblader antyder, at der allerede er foregået eller foregår en succession fra dværgbuske mod bølget bunke. Blåtop successionen sker direkte ind i degenererede bestande af hedelyng, men synes tillige at foregå efter en fase med dominans af bølget bunke.

Græsning med kvæg, tabel 9

Tabel 9. Dække og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng i tre felter, der blev græsset fra 2000, felt 4, hhv. fra 2001, felt 24 og 28. Dække er angivet som procent og frekvensen som forekomst i antal af ti felter à 1m². Tidspunktet for behandling i forhold til vegetationsanalyserne er angivet ved lodret dobbeltlinie.

	Felt 4				Felt 24 Dække				Felt 28			
År:	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
Blåtop	17	6,1	2,2	9,6	89	80	80	90	99	85	84	99
Bølget bunke	64	38	28	21	12	7,5	9,6	4,7	2	4,7	9,8	1,8
Hedelyng	1	0,6	0,6	1,1	0,1	0,1	0	0	0,1	0,2	0	0
	Frekvens				Frekvens				Frekvens			
Blåtop	4		5	9	10		10	10	10		10	10
Bølget bunke	10		10	10	10		10	10	10		10	10
Hedelyng	2		5	6	1		0	0	1		0	0

De tre felter, 4, 24 og 28, der er blevet græsset med kvæg var som udgangspunkt noget forskellige. Felt 4 havde ca. to tredjedels dække af bølget bunke og 20-25% dække af blåtop og 1% dække af hedelyng. De to andre, 24 og 28 havde hhv. 89 og 99% dække af blåtop, og restdækket udgjordes stort set af bølget bunke.

Der ses i alle tilfælde et fald i dække af blåtop fra 2000 til 2002, jf. ovenstående omtale af dette i forhold til kontrolarealerne. Noget af blåtoppens tilbagegang i denne periode kan dog ligge i indledning af græsningen. I de to felter, 24 og 28, hvor blåtop er superdominant og, hvor der græsses fra 2001, er dens dække tilbage til udgangspunktet i 2003. I felt 4 tiltager blåtop også hen mod 2003, men den er stadig under udgangspunktet. Bølget bunke mister generelt dække i alle græssede felter, mest hvor den var dominant før behandlingen. Den store tilbagegang i de dominante bestande af bølget bunke hænger antageligt sammen med, at der var tale om ældre, lidt tynde bestande med højt førneindhold, der derfor var modtagelige for forstyrrelse gennem tråd og afbidning. Til gengæld tager hedelyng til i dække og udbredelse i felt 4, altså der hvor bølget bunke var dominant, men forsvinder hvor blåtop forbliver superdominant (figur 13 næste side).

Konklusionen er, at græsning over så korte tidshorisonter, som undersøgelsen tillod, ikke påvirker tætte bestande af blåtop. De mere svage bestande af blåtop i felt 4 påvirkes i hvert fald midlertidigt af gentaget græsning, og græsning her giver mulighed for en beskeden lyngspiring.



Figur 13. Græsning i felt 4 giver fremgang af lyng på arealer med bølget bunke, mens blåtop kun påvirkes i mindre omfang.

Slåning, tabel 10

De to felter, der blev slået med slagleklipper i 2000, felt 7 og 30, havde henholdsvis dominans af blåtop og omkring 20% blåtop, det vil sige, ingen af felterne havde superdominans af blåtop. Der var nogen hedelyng i begge felter. Felt 19, der først blev slået i 2001, havde superdominans af blåtop med bølget bunke som ko-dominerende, mens der kun var lidt hedelyng til stede.

Tabel 10. Dække og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng i tre felter, der blev slået med en slagleklipper i 2001. Dække er angivet som procent og frekvensen som forekomst i antal af ti felter à 1m². Tidspunktet for behandling i forhold til vegetationsanalyserne er angivet ved lodret dobbeltlinie.

	Felt 7				Felt 19 Dække				Felt 30			
År:	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
Blåtop	57	55	44	55	78	66	57	88	21	12	37	39
Bølget bunke	41	22	30	7,2	18	24	29	7,4	47	20	22	16
Hedelyng	6	8,1	2,4	22	3	5	0,3	0,9	6	0,9	13	22
					Frekvens							
Blåtop		8	8	8		9	9	9		7	10	10
Bølget bunke		10	10	10		10	10	10		10	10	9
Hedelyng		3	4	5		1	3	4		4	7	8

Slåning ser ud til at påvirke bølget bunke betydeligt mere end blåtop. Bølget bunks dække mindskes væsentligt, mens blåtops dække er uændret i de to af felterne og stigende i det tredje. Der ses en markant øgning af hedelyngens dække og udbredelse efter behandlingen i to af felterne. Denne ændring skyldes tildels genvækst fra gamle buske, men den kraftige øgning af udbredelsen af hedelyng tilsiger, at der tillige sker en betydelig nyspiring efter slåningen. I felt 19, hvor der i forvejen kun var lidt lyng til stede, reduceres lyngdækningen yderligere af behandlingen.

Konklusionen er, at slåning synes at fastholde eller fremme blåtops andel i vegetationen, mens den lokalt kan bidrage til at fremme hedelyng.

Stubharvning, tabel 11

De tre felter, 3, 23 og 27, der blev stubharvet havde som udgangspunkt andele af blåtop, der gik fra kodominans (felt 3) over dominans (felt 27) til superdominans (felt 23). Med stigende andele af blåtop fandtes faldende andel af bølget bunke, mens hedelyng var et ubetydeligt element i vegetationen.

Tabel 11. Dække og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng i tre felter, der blev stubharvet i 2000. Dække er angivet som procent og frekvensen som forekomst i antal af ti felter à 1 m². Tidspunktet for behandling i forhold til vegetationsanalyserne er angivet ved lodret dobbeltlinie.

	Felt 3				Felt 23 Dække				Felt 27			
År:	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
Blåtop	29	31	20	37	93	88	83	86	71	69	59	67
Bølget bunke	59	40	46	29	8	3,5	9,3	6	26	20	24	12
Hedelyng	0,1	1	5,7	16	0	0	1,6	5,3	1	1,1	2,3	14
					Frekvens							
Blåtop					10	10	10		9	10	10	
Bølget bunke					10	10	10		10	10	10	
Hedelyng					0	8	8		2	8	9	

Umiddelbart efter behandlingen falder andelen af blåtop, men den tiltager igen i dække. Dækket af bølget bunke falder i forløbet af undersøgelsen, men med en midlertidig stigning i året efter behandlingen. Efter behandlingen får hedelyngen større udbredelse samt langsomt, derpå hurtigt voksende dække. Den væsentligste årsag hertil er harvens blotlægning af mineralsk jord, der tjener som såbed for hedelyng, samtidig med at skader på blåtoppens tuer forsinkes dennes ekspansion efter behandlingen.



Figur 14. Stubharvning resulterer i en lille øgning af lyng og stort set uændret dække af blåtop.

Konklusionen er, at stubharvning kan fungere som indledende behandling af flader med superdominans af blåtop, der brydes og giver mulighed for fremspiring af hedelyng (se figur 14). Resultaterne antyder dog også, at behandlingen på afgørende måde kan forskyde balancen mellem de to dominerende græsser til fordel for blåtop. Stubharvning efterlader en overflade med dybe furer.

Fræsning, tabel 12

Også de fræsede felter, 5, 17 og 29, udgjorde en serie med aftagende dominans af blåtop, felt 17 over 5 til 29. Modsvarende var der relativ dominans af bølget bunke over den samme serie. Hedelyng var tilstede i moderate mængder i felt 5 og 17 og var ko-dominant i felt 29.

Tabel 12. Dække og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng i tre felter, der blev fræsset i 1999. Dække er angivet som procent og frekvensen som forekomst i antal af ti felter à 1m². Tidspunktet for behandling i forhold til vegetationsanalyserne er angivet ved lodret dobbeltlinie.

	Felt 5				Felt 17				Felt 29			
	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
År:												
Blåtop	42	2,9	60	66	73	11	75	81	14	8,2	11	11
Bølget bunke	29	1,1	20	9,9	18	0,9	12	2,8	41	1,1	8,3	2,5
Hedelyng	3	0,1	8,2	18	8	0	8,9	15	29	0	19	46
Frekvens												
Blåtop		9	10	10		10	10	10		3	2	3
Bølget bunke		10	10	9		9	10	9		10	9	6
Hedelyng		1	8	8		0	10	9		0	9	9

Fræsningen medfører umiddelbart en kraftig reduktion af dække for alle arter, og ødelægger helt den eksisterende bestand af hedelyng (figur 15). Efterfølgende øges dækket af blåtop til nær udgangspunktet, hvor den var svagest repræsenteret eller til værdier derover og nærmer sig superdomi-



Figur 15. Vegetationen et år efter fræsning er gennemført (felt 5).

nansdække i den oprindeligt tætteste bestand. Bølget bunke synes kortvarigt at retablere sig efter fræsning, men går derefter igen tilbage i såvel dække som udbredelse. Hedelyng reableres ved nyspiring efter behandlingen og øges i dække i alle felter til et niveau, der ligger langt over udgangspunktet, samtidigt med at den bliver vidt udbredt (figur 16).



Figur 16. Hedelyng er reableret og dækker nu knapt 20% af feltet 4 år efter fræsning er gennemført (felt 5).

Konklusionen er, at udviklingen efter fræsning er meget analog til den, der ses efter stubharvning, hvilket hænger sammen med, at begge behandlinger medfører etablering af spiringsbede i form af bar jord og i nogen grad destruerer græsserne. Det er dog væsentligt at fastholde, at udviklingen tyder på, at man også ved denne behandling på længere sigt fremmer blåtoppens ekspansion.

Afbrænding, tabel 13

De tre felter, 11, 15 og 35, der er brændt af, har som udgangspunkt superdominans af blåtop. Kun felt 35 indeholdt betydelige mængder af andre

Tabel 13. Dække og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng i tre felter, der blev brændt af i 1999. Dække er angivet som procent og frekvensen som forekomst i antal af ti felter à 1m². Tidspunktet for behandling i forhold til vegetationsanalyserne er angivet ved lodret dobbeltstreg.

	Felt 11				Felt 15 Dække				Felt 35			
	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
År:	93	60	91	94	95	81	95	97	78	64	80	81
Blåtop	6	11	3,3	2,6	7	2,8	3	1	19	13	13	9,2
Bølget bunke	0	0,4	0	0,8	0	0	0	0	0,1	1	0,7	3,6
Hedelyng												
					Frekvens							
Blåtop		10	10	10		10	10	10		10	10	10
Bølget bunke		10	10	9		9	10	9		9	9	10
Hedelyng		4	0	3		0	0	0		10	6	6

arter, bølget bunke ca. 20%. Hedelyng var så godt som fraværende i de tre felter.

Afbrænding medfører en reduktion af dækket til 70-80% af det oprindelige dække året efter afbrændingen, men allerede andet år efter afbrænding er dækket sammenhængende igen. Det kan dog ikke udledes, om tilbagegangen i dække i 2000 helt eller delvist er analog med den, der er beskrevet for kontrollen. Det er specielt blåtop, der falder i dække som følge af afbrænding, men den genvinder dække og synes endda at ekspandere på bekostning af bølget bunke. Hedelyng spirer på de afbrændte flader, men af-



Figur 17. Blåtop tuer står frisk grønne i november 1999 efter afbrænding i september 1999.



Figur 18. Fire år efter afbrænding er dækning af blåtop øget fra 95% til 97% (felt nr. 15).

tager hurtigt igen i udbredelse, og den opnår ikke noget større dække. Tendensen på de andre flader, hvor afbrænding indgår som den indledende behandling, er den samme det første år efter behandlingen som beskrevet ovenfor.

Konklusionen er, at afbrænding udført som enebehandling uden gentagelse ikke er effektiv overfor et massivt blåtopbevokset areal (figur 17 og 18).

Tørveskrælning, tabel 14

I de tre felter, 2, 22 og 26, hvor tørven blev skrælet af i 1999, var blåtop som udgangspunkt hhv. ko-dominant, dominant og superdominant. Bølget bunke var den anden vigtige art i felterne, mens hedelyng var tilstede i felt 2 og 22, men ikke i felt 26.

Tabel 14. Dække og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng i tre felter, hvor tørven blev skrælet af i 2000. Dække er angivet som procent og frekvensen som forekomst i antal af ti felter à 1 m². Tidspunktet for behandling i forhold til vegetationsanalyserne er angivet ved lodret dobbeltlinie.

	Felt 2				Felt 22 Dække				Felt 26			
	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
År:												
Blåtop	15	0,6	6,3	5	48	0,4	4,4	3,1	92	1	19	14
Bølget bunke	66	0,5	1,4	0,9	31	0,5	3,7	2,4	8	0	1	0,8
Hedelyng	5	0	32	59	14	0	29	52	0	0	33	57
					Frekvens							
Blåtop		6	7	9		4	9	9		10	9	10
Bølget bunke		5	7	7		5	10	9		0	6	8
Hedelyng		0	10	10		0	10	10		0	10	10

Tørveskrælningen medførte en meget markant reduktion af vegetationsdækket til få procent i år 2000 (se figur 19). Der var stadig mindst 25% bar jord i alle felter i 2003. Både blåtop og bølget bunke spirer i foråret 2000 i hen mod halvdelen af analysefelterne, men med et lille dække. Begge arter findes i de fleste af analysefelterne ved undersøgelsens slutning, men dækket er generelt lavt, dog opnår blåtop kodominans i det felt, hvor den op-



Figur 19. Der er en god lyngregeneration, men plantedækket er stadig ret åbent.

rindeligt var superdominant. Begge græsser falder i dække fra 2002 til 2003, måske en konkurrenceeffekt fra den voldsomt ekspanderende hedelyngbestand. Hedelyngen spirer først efter analysen er foretaget i 2000, dvs. først om efteråret. Den ekspanderer voldsomt og dækker omkring 30% af fladen i alle tre forsøgsefter i 2002, og godt 50% i 2003. Den findes i alle felter fra 2002, og forventes at fortsætte ekspansionen til stort set fuld dækning med mindre der kommer en ekstrem vejsituation eller et angreb af lyngens bladbille. Figur 20 giver et indtryk af lyngdækningen i oktober 2004, et år efter forsøget er afsluttet.



Figur 20. I 2004 har lyngen bredt sig yderligere og ser ud til at være i god stand

Konklusionen er, at tørveskrælning på en meget radikal måde fjerner græs-måtten med underliggende morlag sammen med størstedelen af puljen af næringsstoffer og blåtoppens vækstpunkter. Den nye situation med blottet mineraljord, de ændrede næringsbetingelser mv. kan bedst udnyttes af hedelyng, der formentligt vil blive dominerende i løbet af få år. Det er imidlertid værd at bemærke, at begge græsser er tilstede i de fleste felter ved undersøgelsens slutning. Det bliver således spændende at se, hvordan blåtop vil klare sig i konkurrencen.

Slåning efterfulgt af græsning, tabel 15

Som udgangspunkt var de tre behandlede felter, 8, 20 og 32, forskellige. Mens felt 8 havde ca. ens dække af de to dominante arter, blåtop og bølget bunke, var blåtop superdominant i felt 32 og bølget bunke dominant i felt 20. Hedelyng var tilstede i spormængder i analysefelterne i felt 8 og 20 og ikke tilstede i felt 32.

Tabel 15. Dække og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng i tre felter, der blev slået med en slagleklipper i 2000 og kvæggræsset hhv. fra 2000, felt 8, og i 2001, felt 20 og 32. Dække er angivet som procent og frekvensen som forekomst i antal af ti felter à 1 m². Tidspunktet for behandling i forhold til vegetationsanalyserne er angivet ved lodret dobbeltlinie.

	Felt 8				Felt 20 Dække				Felt 32			
År:	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
Blåtop	41	39	14	24	24	28	18	27	94	75	57	64
Bølget bunke	51	36	24	22	62	59	30	16	7	16	20	16
Hedelyng	1	2,7	0,8	10	1	0	4,3	6,9	0	0,1	0	0,6
					Frekvens							
Blåtop		9	10	10		7	7	8		10	10	10
Bølget bunke		10	10	10		10	10	10		10	10	10
Hedelyng		5	6	9		0	3	7		1	0	5

Efter behandlingerne falder blåtops dække, mens bølget bunks kun falder, hvor den oprindeligt var tilstede i større mængder – den forbliver uændret i felt 32. Hedelyngens dække falder markant efter den indledende behandling med slåning, men den får større udbredelse og dække et par år efter slåning og iværksættelse af græsningen.

Konklusionen er, at kombinationen af slåning og græsning påvirker vegetationen på samme måde som de to enkeltbehandlinger, men tilbagegangen af blåtop synes at kunne fastholdes noget længere ved at kombinere de to behandlinger.

Afbrænding og græsning, tabel 16

Tre felter, felt 12, 16 og 36, er indledningsvist blevet brændt hhv. i sept. – okt. 1999 og april 2000 og derefter afgræsset med kreaturer fra år 2000 i felt 12 og fra 2001 i de to øvrige felter. Felt 12 og 36 domineres som udgangspunkt af blåtop, men der er ikke tale om rent blåtop dominerede felter. Felt 16 er inden behandlingen domineret af hedelyng.

Tabel 16. Dække og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng i tre felter, der blev brændt af i 1999 og efterfølgende afgræsset med kvæg fra 2000, felt 12, og fra 2001, felt 16 og 36. Dække er angivet som procent og frekvensen som forekomst i antal af ti felter à 1 m². Tidspunktet for behandling i forhold til vegetationsanalyserne er angivet ved lodret dobbeltlinie. Tredobbelt linie angiver, at græsning her først blev iværksat efter analysen i 2000.

	Felt 12				Felt 16 Dække				Felt 36			
År:	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
Blåtop	68	46	33	53	1	5,3	5,8	7,6	59	46	57	63
Bølget bunke	27	35	25	18	10	21	38	14	34	32	31	17
Hedelyng	0,1	0,2	0,3	1,9	70	7,2	14	40	0	0,9	1,3	17
					Frekvens							
Blåtop		8	10	10		7	7	7		9	10	10
Bølget bunke		10	10	10		10	10	10		10	10	10
Hedelyng		2	3	7		7	8	10		9	7	10

Efter afbrændingen ses der et fald i blåtop, jf. dog tidligere bemærkninger omkring dette fald, bølget bunke øger dække svagt, mens de oprindelige bestande af hedelyng reduceres kraftigt som følge af afbrændingen. Afgræsningen fastholder tilbagegangen af blåtop og tillader lyngen at ekspandere og få jævn distribution. Bølget bunke viger som følge af behandlingerne, mest hvor græsningen kun blev udført et år.

Konklusionen er, at afbrænding forbereder et generationsskifte i hedelyngen og afgræsningen fastholder et reduceret dække af græsser, der tillader hedelyngens efterfølgende ekspansion. Græsningen, der i forhold til det indledende indgreb udgør en lille forstyrrelse, skal gentages i flere år for at fastholde generationsskiftet. Den langsigtede balance mellem hedelyng og græsser under græsning kan kun belyses gennem fortsættelse af græsning og registrering over mange år.

Afbrænding og fræsning, tabel 17

Før behandlingen var blåtop superdominant i alle tre felter, 10, 14 og 34, med bølget bunke som ko-dominant i felt 14. Hedelyng var fraværende i alle tre felter.

Tabel 17. Dække og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng i tre felter, der blev brændt af og efterfølgende fræset i 1999. Dække er angivet som procent og frekvensen som forekomst i antal af ti felter à 1m². Tidspunktet for behandling i forhold til vegetationsanalyserne er angivet ved lodret dobbeltlinie.

	Felt 10				Felt 14 Dække				Felt 34			
År:	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
Blåtop	97	15	85	91	81	11	81	94	96	11	80	88
Bølget bunke	3	0,3	4,9	0,8	17	1	9,3	2,5	4	0,4	5	1,6
Hedelyng	0	0	2,3	5,4	0	0	0,8	1,6	0	0	1	6,6
					Frekvens							
År:	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
Blåtop		10	10	10		10	10	10		10	10	10
Bølget bunke		2	4	7		9	10	10		4	5	7
Hedelyng		0	5	4		0	6	8		0	7	9

Effekten af afbrændingen kan ikke umiddelbart skelnes fra fræsningens, idet de to behandlinger er udført samme år. Der er en kraftig reduktion af det samlede plantedække, men blåtop har dog i 2000 et dække på over 10% i alle felter (figur 21). Herefter ekspanderer blåtop kraftigt og er i 2003 at-



Figur 21. Blåtopvegetationen er reduceret året efter behandling med afbrænding og fræsning, men 4 år efter har blåtop igen ekspanderet og er blevet superdominant. Fotoet viser grænsen mellem felt nr. 11 afbrænding og nr. 10 afbrænding og fræsning i november 2000.

ter superdominant i alle felter. Bølget bunks dække øges midlertidigt efter behandlingerne, men falder derpå igen fra 2002 til 2003, antageligt pga. den indbyrdes konkurrence mellem de to græsser. Bølget bunke opnår dog en større udbredelse. Hedelyng spirer i de fleste analysefelter frem til 2003 og opnår også nogen dække i perioden efter behandlingerne.

Konklusionen er, at selv med to relativt radikale behandlinger genvinder blåtop status som superdominant 3-4 år efter, at de er udført.

Afbrænding efterfulgt af pløjning og rugdyrkning, tabel 18

To af de felter, felt 9 og 33, der blev brændt af, efterfølgende pløjet og tilsået med rug havde blåtop som dominerende art før behandlingerne, mens det tredje, felt 13, ikke havde nogen forekomst af blåtop i analysefelterne. Bølget bunke var subdominant i de tre felter. Hedelyng var dominant i felt 13 og tilstede i mindre mængder i de to øvrige felter.

Tabel 18. Dække og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng i tre felter, der blev brændt af i 1999, efterfølgende pløjet og tilsået med rug i 2000 og atter tilsået med rug i 2001. Dække er angivet som procent og frekvensen som forekomst i antal af ti felter à 1m². Tidspunktet for behandling i forhold til vegetationsanalyserne er angivet ved lodret dobbeltlinie.

	Felt 9				Felt 13 Dække				Felt 33			
	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
År:												
Blåtop	56	2,4	29	35	0	0,1	0,5	3,6	66	1,1	33	48
Bølget bunke	24	0,5	7,3	18	32	0,7	0,8	4,9	29	0,6	5,2	8,7
Hedelyng	6	0	1,9	13	43	0,3	1,8	9,5	1	0,1	5,2	8,9
					Frekvens							
Blåtop		10	10	10		1	4	6		8	10	10
Bølget bunke		5	8	9		7	6	6		5	10	9
Hedelyng		0	8	10		3	8	10		1	9	9

Behandlingerne medfører en kraftig reduktion af vegetationsdækket i alle tre felter, og endnu fire år efter den første behandling er 15-20% af fladen uden vegetation. Blåtop ekspanderer kraftigt, der hvor den oprindeligt var dominant og viser tendens til gradvist at ville etablere sig udbredt også på det areal, hvor den oprindeligt var fraværende. Her sker koloniseringen dog langsommere. Bølget bunke ekspanderer langsommere end blåtop og vil antageligt vige som følge af øget konkurrence med blåtop i de kommende få år. Hedelyng optræder hurtigt efter behandlingerne med en større frekvens og får herefter øget dække. I felt 9 og 33 er blåtop dog dominerende igen allerede ved udgangen af undersøgelserne.

Også ved denne behandlingskombination er konklusionen, at denne radikale behandling kun midlertidigt kan dæmpe blåtops dominans, og at behandlingerne synes at fremme dens etablering på flader, hvor den ellers ikke forekom oprindeligt. Når blåtoppen så hurtigt etablerede sig igen, skyldes det, at tuerne ikke blev vendt helt ned i bunden af furerne ved pløjningen, men kanten af tørven stak op og groede videre. Hedelyngen fremmes ved behandlingerne, men udbredelsen af blåtop vil være afgørende for hvor stor dækning hedelyng kan opnå.



Figur 22. Blåtop dominerer vegetationen 4 år efter pløjning og såning af rug. Både blåtop og lyng har fået en større udbredelse efter behandlingen end de havde før.

Afbrænding efterfulgt af tørveskrælning, tabel 19

Blåtop var oprindeligt kun dominerende i det ene, felt 21, af de tre felter, der blev brændt af og efterfølgende fik skrællet tørven af. Bølget bunke var dominerende i de øvrige to felter, felt 1 og 25 og ko-dominant i felt 21, mens hedelyng var ko-dominant i felt 25 og eller tilstede i små mængder i de to øvrige.

Tabel 19. Dække og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng i tre felter, der blev brændt af i 1999 og efterfølgende fik skrællet tørven af i 2001. Dække er angivet som procent og frekvensen som forekomst i antal af ti felter à 1m². Tidspunktet for behandling (afbrænding) i forhold til vegetationsanalyserne er angivet ved lodret dobbeltlinie, mens tidspunkt for afskrabning er angivet ved tredobbelt linie.

År:	Felt 1				Felt 21				Felt 25			
	Dække											
	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
Blåtop	18	9	1,3	4	66	43	1,2	4,5	6	4,4	0,4	0,7
Bølget bunke	52	36	1	2,2	20	18	2	8	53	49	2,9	8
Hedelyng	2	2,8	0,8	17	3	0,3	1	9,1	24	0,3	1	15
	Frekvens											
	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
Blåtop	4	4	6		8	7	7		3	3	3	
Bølget bunke		10	8	7	10	9	8		10	7	7	
Hedelyng		4	8	9	2	10	10		2	9	10	

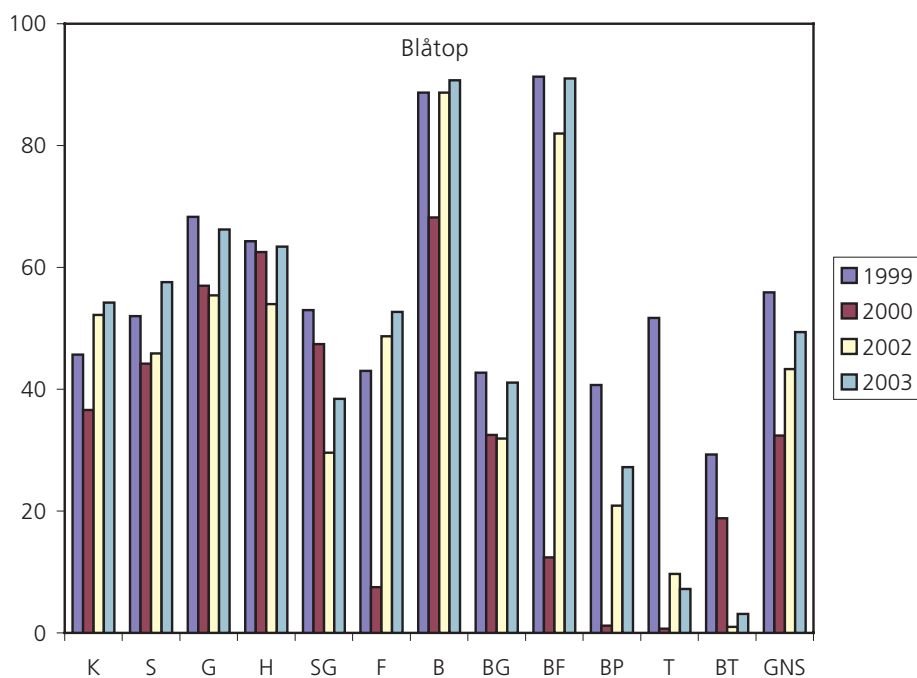
Resultatet af den indledende behandling, afbrænding, er helt analog med den, der ses i de felter der kun blev brændt af. Tørveskrælningen medfører en kraftig reduktion af plantedækket, og der er stadig kun plantedække på en tredjedel af alle tre flader ved undersøgelsens afslutning. Blåtop ekspanderer ikke med samme hastighed som ved de andre behandlinger, men vegetationens oprindelige sammensætning indikerer, at to af fladerne ikke er optimale for arten. Bølget bunke synes at ekspandere med samme hastighed som er set ved de andre radikale kombinationsbehandlinger. Ingen af græsserne er udbredt til alle analysefelter. Hedelyng udbredes til alle felter i alle tre områder og synes at kunne blive dominant inden for få år.



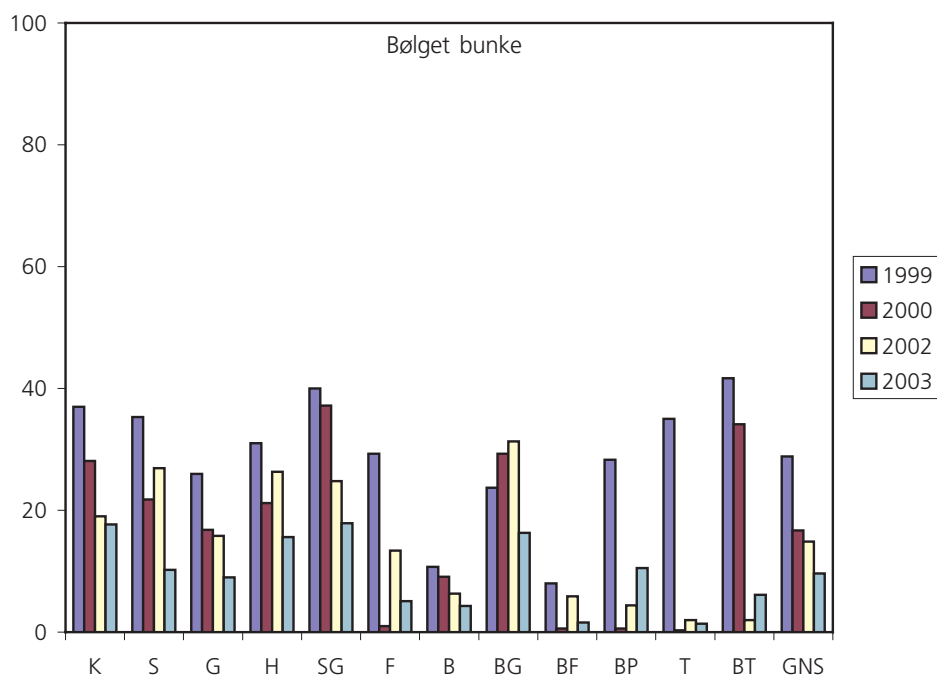
Figur 23. Hedelyngen dominerer vegetationen året efter forsøget er afsluttet (felt nr. 1 oktober 2004).

Samlet oversigt over udvikling i dække af blåtop, bølget bunke og hedelyng

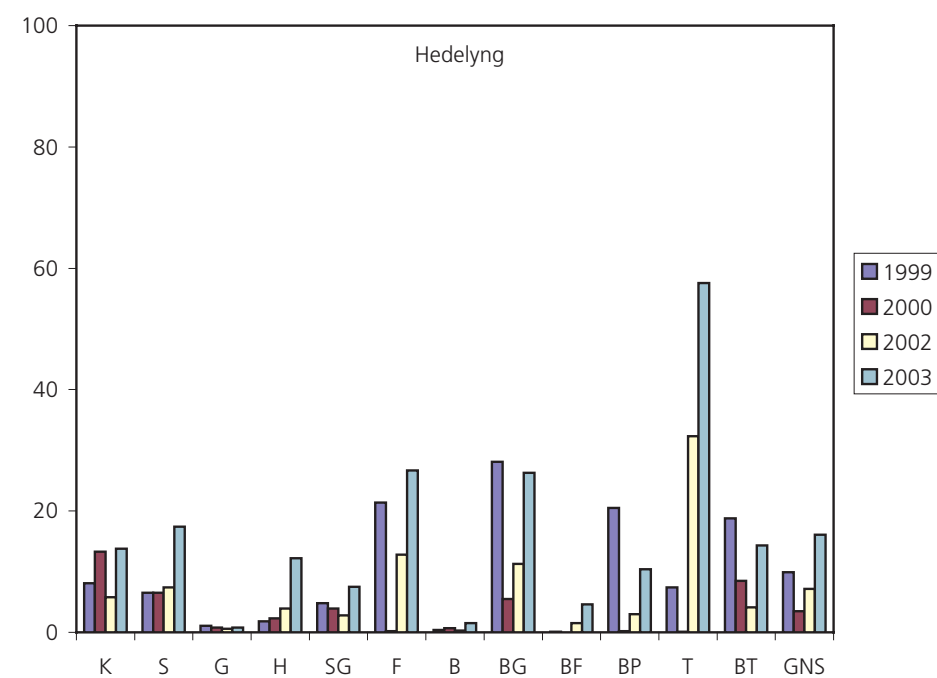
Ved alle behandlinger ses en hurtig retableringsrate af plantedække de første 1 – 3 år efter behandlingen er udført (se figur 24-26), og det er mere undtagelsen end reglen, at der ses en længerevarende reduktion af plantedækket i forhold til udgangspunktet som følge af behandlingerne.



Figur 24. Dækningsgraden af blåtop de enkelte år fra 1999 til 2003 fordelt på de enkelte behandlinger. K = kontrol, S = slåning, G = græsning, H = harvning, SG = slåning og græsning, F = fræsning, B = brænding, BG = brænding og græsning, BF = brænding og fræsning, BP = brænding og pløjning, T = tørveskrælning, BT = brænding og tørveskrælning, igns = gennemsnit for samtlige behandlinger.



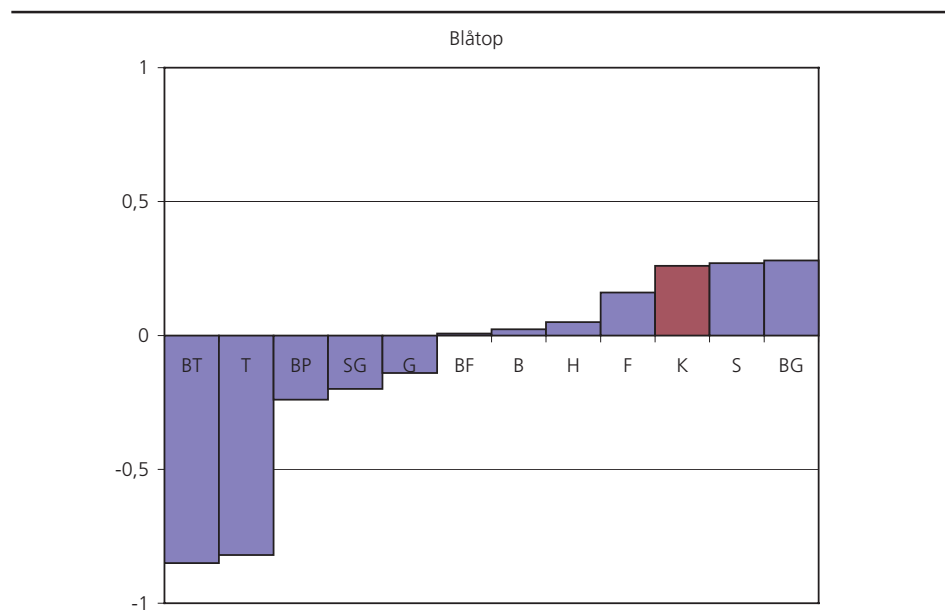
Figur 25. Dækningsgraden af bølget bunke de enkelte år fra 1999 til 2003 fordelt på de enkelte behandlinger. K = kontrol, S = slåning, G = græsning, H = harvning, SG = slåning og græsning, F = fræsning, B = brænding, BG = brænding og græsning, BF = brænding og fræsning, BP = brænding og pløjning, T = tørveskrælning, BT = brænding og tørveskrælning, igns = gennemsnit for samtlige behandlinger.



Figur 26. Dækningsgraden af lyng de enkelte år fra 1999 til 2003 fordelt på de enkelte behandlinger. K = kontrol, S = slåning, G = græsning, H = harvning, SG = slåning og græsning, F = fræsning, B = brænding, BG = brænding og græsning, BF = brænding og fræsning, BP = brænding og pløjning, T = tørveskrælning, BT = brænding og tørveskrælning, igns = gennemsnit for samtlige behandlinger.

I de efterfølgende tre figurer er udviklingen i dækning af hhv. blåtop, bølget bunke og hedelyng vist i forhold til de pågældende arters dækning inden behandlingerne for at tydeliggøre, hvor der er tale om henholdsvis fremgang og tilbagegang i forhold til udgangssituationen.

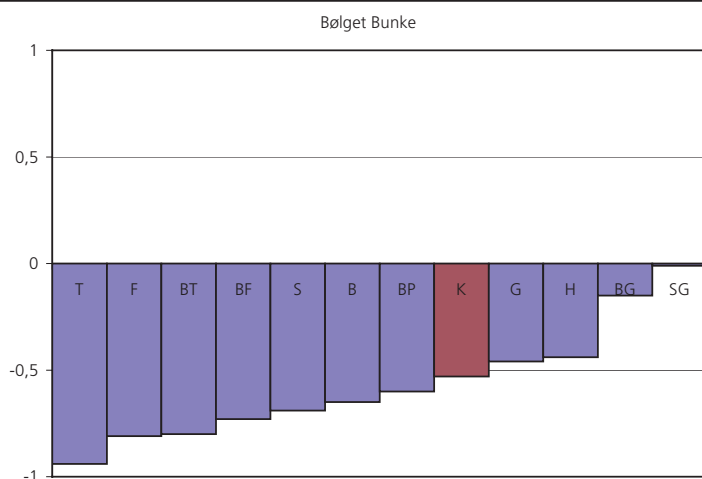
Blåtop gik tilbage i dækning i forhold til udgangssituationen i flere af behandlingerne, mest markant ved brænding i kombination med tørveskrælning og ved tørveskrælning alene, men der er også en tydelig tilbagegang efter brænding efterfulgt af pløjning samt slåning med græsning. Brænding, slåning og fræsning gav ligesom ubehandlet kontrol en øget dækning af blåtop (figur 27).



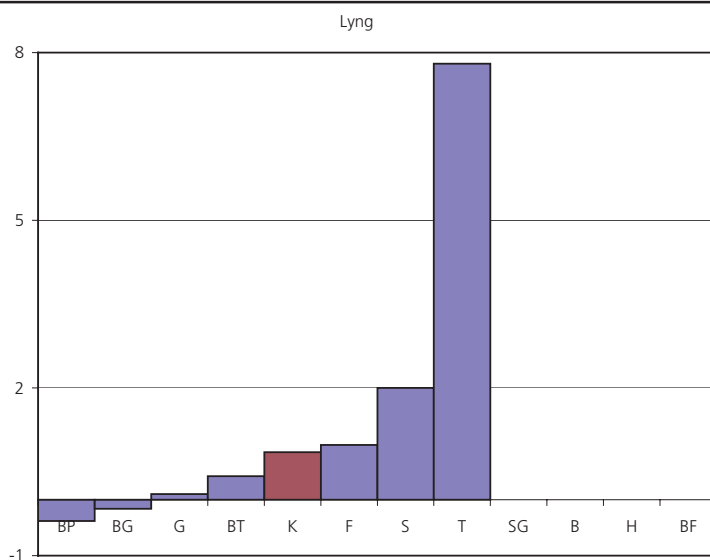
Figur 27. Indeks for udviklingen af dækning af blåtop ved de forskellige behandlinger i forhold til udgangssituationen. Indeks = (dækning 2003/dækning i 1999)-1. Negative værdier betyder tilbagegang, positive værdier fremgang. Behandlinger; T = tørveskrælning, BT = afbrænding og tørveskrælning, F = fræsning, BF = afbrænding og fræsning, S = slåning, G = græsning, B = afbrænding, SG = slåning og græsning, K = kontrol, H = stubharvning, BP = afbrænding og pløjning, BG = afbrænding og græsning.

Bølget bunke gik tilbage i dækning i forhold til udgangssituationen både i kontrolområdet (k) og i alle behandlinger (figur 28). Forholdsvis største tilbagegange ses ved tørveskrælning og fræsning med og uden afbrænding.

Langt de fleste behandlinger resulterede i et større lyngdække end udgangssituationen (figur 26 og 29). Kun græsning (G), brænding i kombination med pløjning (BP) og i kombination med græsning (BG) gav en svagt lavere dækning. For de fire behandlinger, der ikke er beskrevet i indekset gælder, at noget indeks ikke kan udregnes, da værdierne for 1999 er meget små.



Figur 28. Indeks for udviklingen af dækning af bølget bunke ved de forskellige behandlinger i forhold til udgangssituationen. Indeks = (dækning 2003/dækning i 1999)-1. Behandlinger; T = tørveskrælning, BT = afbrænding og tørveskrælning, F = fræsning, BF = afbrænding og fræsning, S = slåning, G = græsning, B = afbrænding, SG = slåning og græsning, K = kontrol, H = stubharvning, BP = afbrænding og pløjning, BG = afbrænding og græsning.



Figur 29. Indeks for udviklingen af dækning af lyng i forhold til udgangssituationen ved de forskellige behandlinger. Indeks = (dækning i 2003/dækning i 1999)-1. Behandlingerne; G = græsning, BT = afbrænding og tørveskrælning, K = kontrol, F = fræsning, S = slåning, T = tørveskrælning, SG = slåning og græsning, H = stubharvning, B = afbrænding, BF = afbrænding og fræsning. Fire behandlinger, slåning med græsning, stubharvning, afbrænding og afbrænding med fræsning, indgår ikke i indekset, da lyng stort set ikke var tilstede inden behandlingen.

Frekvens af hedelyng, bølget bunke og blåtop i forhold til behandlinger

Det foregående har handlet om dækning, Vi ser nu på frekvens. Ved langt de fleste behandlinger ses en øget frekvens af lyng (se tabellerne 8-19). Det vil sige, at lyngen har fået en større udbredelse og findes i flere af del-felterne end før behandlingen (tabel 20). Den øgede udbredelse skyldes i al væsentlighed nyspirede planter.

Tabel 20. Behandlinger der har givet signifikante ændringer af frekvensen af lyng og bølget bunke fra 2000 til 2003. I behandling afbrænding og afbrænding med græsning var frekvensen af lyng som udgangspunkt høj, idet behandlingen foregik inden vegetationsanalysen i 2000. Der ses ingen signifikante ændringer af frekvensen af blåtop. Frekvens i 2000 og 2003 er undersøgt gennem en $c\delta^2$ -test.

Signifikant øget frekvens af lyng	Bemærkninger
Afbrænding-fræsning	Signifikant reduceret frekvens af bølget bunke
Afbrænding -pløjning	
Afbrænding-tørveskrælning	
Fræsning	
Stubharvning	
Slåning-græsning	Signifikant øget frekvens af bølget bunke
Tørveskrælning	
Ingen signifikant øget frekvens af lyng	
Kontrol	
Græsning	
Slåning	

Der er ingen signifikante ændringer i frekvens hos blåtop ved nogen be-handling, og hos bølget bunke optræder de kun i forbindelse med tørve-skrælning, hvor frekvensen er stigende samt brænding og tørveskrælning, hvor frekvensen er faldende (tabel 20). I behandling B og BG var frekven-sen af lyng som udgangspunkt høj, idet behandlingen foregik inden vege-tations-analysen i 2000. Det vil sige, at kun i forbindelse med behandlin-gerne græsning og slåning er der med sikkerhed ikke en signifikant større frekvens af hedelyng.

Effekten af behandlinger i forhold til kvælstofniveau

Der er stor forskel på behandlingernes fjernelse af næringsstoffer (tabel 21). Nogle behandlinger, slåning uden fjernelse af materiale, pløjning, harvning og græsning, fjerner ingen eller meget lidt næring fra arealet. An-dre behandlinger, afbrænding og slåning med fjernelse, fjerner moderate mængder af næring - i hovedsagen overjordisk biomasse. Endelig fjerner tørveskrælning så godt som alle næringsstoffer, der er bundet som biomasse.

Tabel 21. Effekt af behandlinger på tilgang og afgang af kvælstof. Beregningerne er baseret på følgende; græsning: tilvækst af dyr/N-tab/ton baseret på beregning udfra hedevegetationens N-indhold (Buttenschön & Buttenschön 1982b).

Afbrænding: for tab opgivet af Gimingham (1972) tilpasset indhold i veddele.

Tørveskrælning beregnet udfra angivne mængder fjernet materiale og jordbundsanalyser.

Tab af biomasse udfra overjordisk biomasse på heden (Gimingham 1972) samt procentuelt tab ved hhv. slåning og brænding.

Græsning: der fjernes få kg N ha⁻¹ år⁻¹

Slåning uden fjernelse: komprimering af førne og afslået biomasse fremmer i mindre grad stofomsætning

Slåning med fjernelse: der fjernes 10-20 kg N ha⁻¹ per høstet t biomasse ha⁻¹

Afbrænding: der fjernes 10-15 kg N ha⁻¹ per afbrændt t biomasse ha⁻¹

Stubharvning, fræsning eller pløjning: opblanding med mineraljord fremmer i væsentlig grad stofomsætning

Tørveskrælning: der fjernes 10-20 kg N ha⁻¹ per t afskrælet overjordisk biomasse ha⁻¹

Tørveskrælning: der fjernes ca. 250 kg N ha⁻¹ ved afskrælning af 10 cm tørv

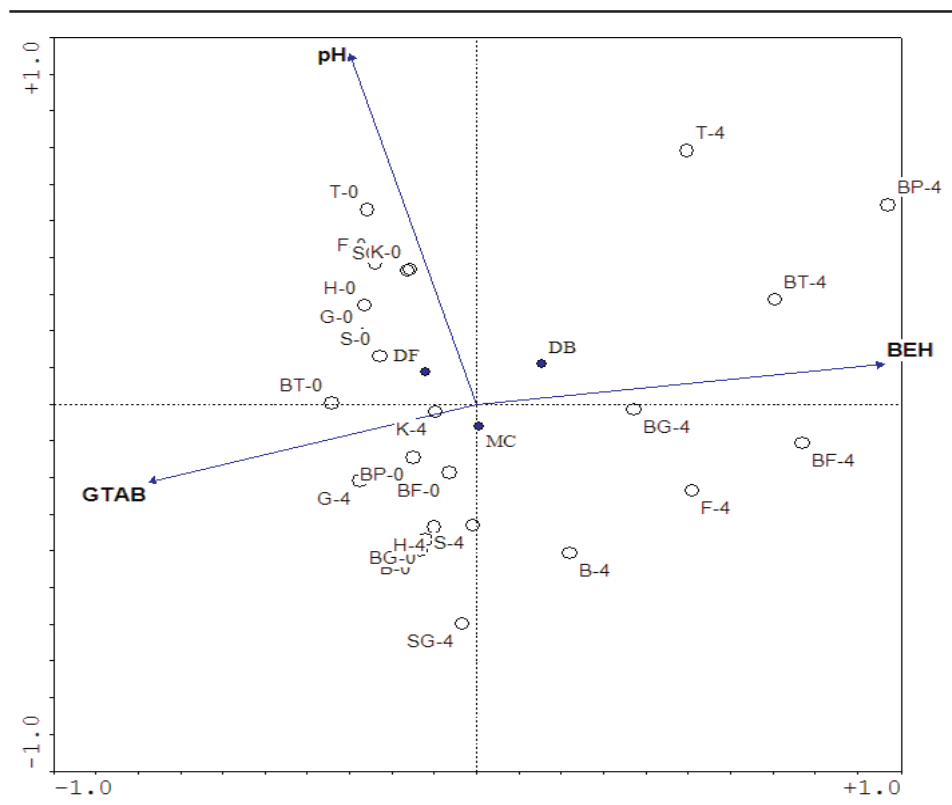
Udvikling i dække af blåtop, bølget bunke og hedelyng i forhold til behandlinger, pH og glødetab

De jordbunds faktorer, der er målt før og efter behandlingerne, pH og glødetab, er brugt til at belyse behandlingernes effektivitet i forhold til udviklingen i de tre hovedarter sat i forhold til en behandlingsparameter, der udtrykker behandlingens intensitet. Som mål på sidstnævnte parameter er brugt behandlingernes evne til at skabe bar jord – eller spirebede. Denne sammenhæng mellem forskydninger i plantesammensætning og ændringer i kår og påvirkning er analyseret ved hjælp af CCA-analyse i Canoco (ter Braak & Smilauer 2001), figur 15.

Som udgangspunkt ligger behandlingerne langs en række, der er parallel med pH-vektoren og vinkelret på hhv. GTAB og behandlings-vektoren (BEH). Det betyder at variationen som udgangspunkt i al væsentlighed fordeles sig langs en pH-gradient bestemt af bølget bunke (DF) ved højest pH og blåtop (MC) ved lavest pH. Nogle af behandlingerne har ikke flyttet sig i 2003 i forhold til placering i rækken i 1999, det drejer sig om, kontrol (K-4), stubharvning (H-4), slåning (S-4), slåning og græsning (SG-4) og græsning (G-4). De har ændret placering på langs af rækken, hvilket dels kan tilskrives små ændringer i pH og dels en relativ tilbagegang af DF og relativ fremgang af MC.

Afbrænding (B-4) og fræsning (F-4) har bevæget sig mod BEH på GTAB-BEH akse, men vegetationen har ændret sig en del i MC's retning fra 0,0. Afbrænding efterfulgt af græsning (BG-4) samt afbrænding efterfulgt af fræsning (BF-4) viser en kraftig forskydning mod BEH på GTAB-BEH akse. I forhold til DB og MC er der en reaktion mod DB, men begge behandlinger ligger imellem to arters placering. Behandlingerne tørveskrælning (T4), afbrænding fulgt af tørveskrælning (BT-4) og afbrænding fulgt af pløjning (BP-4) har en kraftig behandlingseffekt, men viser samtidig en placering i forhold til 0,0, der forløber henover DB, dvs. at dværgbuskene fremmes ved disse behandlinger.

Aksen GTAB-BEH, der viser modsatrettet stigning af GTAB og BEH skal fortolkes således, at de kraftige behandlings-effekter ledsages af en



Figur 30. CCA analyse af vegetationsudvikling i forhold til pH, glødetab og behandlingsforstyrrelse. Den gennemsnitlige dække for hver behandling af blåtop (MC), dværgbuske (DB) og bølget bunke (DF) er analyseret i forhold til forstyrrelsesgrad, pH og glødetab (GTAB) med baggrund i data for dækning i 1999 og 2003. Den relative placering af de enkelte behandlinger i 1999 er angivet med 0, mens placeringerne i 2003 er angivet med 4, bogstavbetegnelsen står for de forskellige behandlinger; B = brænding, G = græsning, H = stubharvning, S = slåning; K = kontrol, F = fræsning, T = tørveskrælning.

reduktion af glødetab – dvs. de mere virkningsfulde behandlinger er dem hvor der fjernes biomasse og næringsstoffer fra området. Det er væsentligt at fastholde, at DB som den eneste artsparameter har en vektor langs denne akse i forhold til figurpunktet 0,0.

Effekten af langtidsgræsning

For at belyse hvorledes en behandling med lav forstyrrelse påvirker vegetationsudviklingen over længere tidshorisonter blev der foretaget en supplerende undersøgelse af vegetationen i den kvæggræssede fenne, der ligger øst for område A.

Græsningshistorien og den helt overordnede vegetationsudvikling er beskrevet i et notat udarbejdet af Hans Jørgen Degn, vedlagt som bilag 3.

Ved hjælp af luftfotos blev der udvalgt tre områder betegnet GR-1, GR-2 og GR-3:

GR-1 er et område med dominans ofte superdominans af blåtop. Det indeholder gamle tuer af blåtopførne, og var blåtopdomineret ved græsningens start i 1975. Denne type udgør omkring halvdelen af fennen. Der græsses meget sporadisk i området.

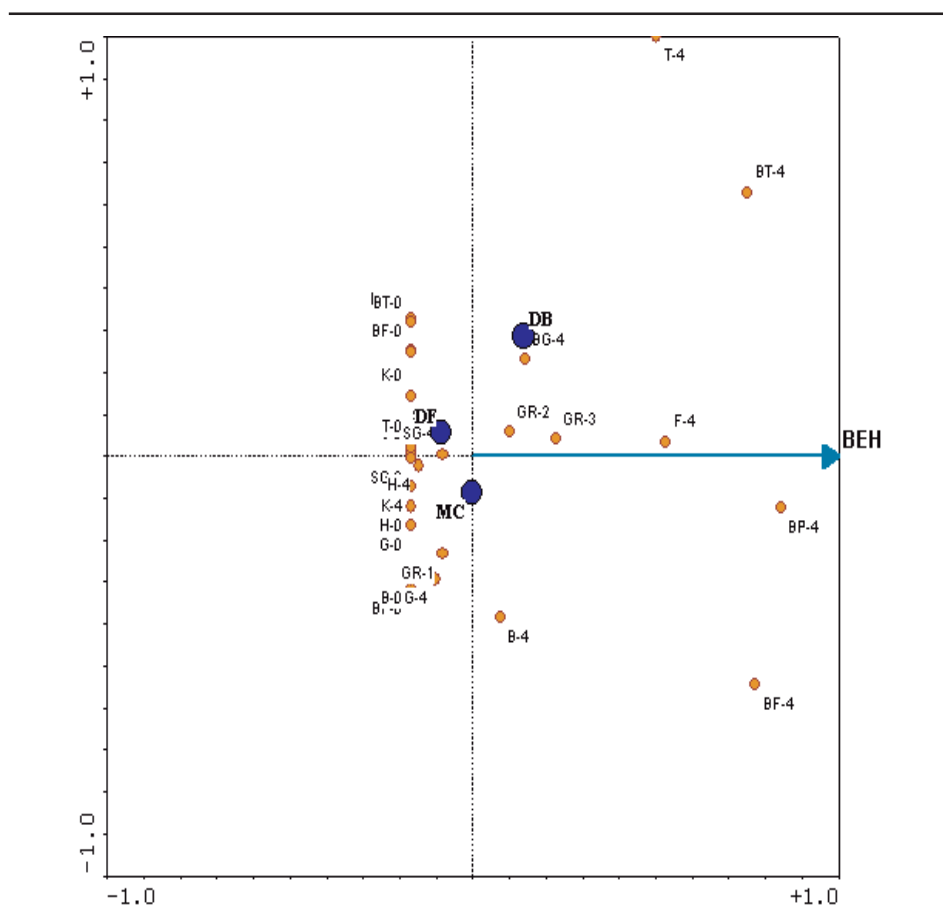
GR-2 består af en mosaik af dværgbuske og græsser. Det græsses intermedært i forhold til de to andre områder og GR-2 fremstår som en mosaik af tætgræsset plæne og tuet vegetation.

GR-3 græsses meget tæt. Der er ingen dominante arter, men to ko-dominante, blåtop og almindelig hvene. Der er mange associerede arter og et veludviklet, relativt artsrigt moslag. GR-3 består af større sammenhængende flader af lav plæne med spredte små arealer med tuet vegetation. Fladen var domineret af bølget bunke og dværgbuske ved græsningen start. GR-2 og GR-3 udgør hver ca. 20% af fennen.

Tabel 22. Dække af blåtop, bølget bunke og dværgbuske i tre områder af den langtid-græssede fenne, der ligger øst for område A. Undersøgelsen er baseret på 20 analyser i hver af tre undertyper af vegetation i fennen, GR-1, GR-2 og GR-3, langs en transekt med 10 meter mellem hver 1x1 meter analyseflade. Kun dække af to græsser, blåtop og bølget bunke, og gruppen dværgbuske blev registreret efter samme metode som den øvrige vegetationsanalyse.

Felter	Blåtop	Bølget bunke	Dværgbuske
GR-1	71	12,8	3,2
GR-2	46,6	12,3	16,9
GR-3	27,3	16,3	9,3

Dataene af vegetationsanalysen blev analyseret sammen med dække i 2003 fra behandlingsresultaterne i multivariabel CCA-analyse i i Canoco (ter Braak & Smilauer 2001), figur 31.



Figur 31. CCA af de behandlede områder (2003-værdierne) og de tre undertyper af vegetation i kvægfennen ved område A mod behandlingsforstyrrelse.

Behandlingsvektoren i figur 31 deler den aktive side af figuren horisontalt i en DB-kvadrant (øverst) og en MC-kvadrant (nederst). Den inaktive gruppe (dvs. den gruppe hvor der ikke sker en udvikling fra 0 (dvs. udgangssituationen) til 4 (dvs. slutsituationen)) ligger samlet som i figur 30. GR-1 er placeret i den inaktive gruppe. Det vil sige, at der ingen udvikling sker i den blåtopsdominerede situation.

GR-2 og GR-3 ligger forskudt ud ad BEH-vektoren i gruppe med BG-4 (afbrænding efterfulgt af græsning), dvs., en intermediær placering mellem DB- og MC-gruppen. Denne placering af GR-2 og GR-3 sammen med BG-4 antyder, at kombinationen af afbrænding og afgræsning accentuerer virkningen af afgræsning.

Diskussion

Undersøgelsen viser, at blåtop er under fortsat ekspansion på Randbøl Hede. Udenlandske undersøgelser peger på den øgede kvælstofbelastning og manglende pleje som årsag til ekspansionen af blåtop (Aerts 1993). Aerts (1993) fastslår, at blåtop kun kan udkonkurrere hedelyng, der er under degeneration eller som er svækket af bladbilleangreb.

Kvælstofbelastning og plejetilstand alene kan dog ikke forklare den nuværende udbredelse af blåtop på de danske heder. Hansen (1976) fandt, at der var sammenhæng mellem tørvelagets tykkelse og forekomsten af blåtop, hvor der under blåtop som gennemsnit var et tørvelag på min. 7,6 cm. Denne sammenhæng gælder for en udbredelse, hvor blåtop stort set var begrænset til vådbundsarealer, og vil næppe gælde for den nuværende udbredelse. Førnelagets tykkelse synes at spille en rolle for blåtoppens konkurrenceevne, formentlig bl.a. fordi førnelaget reducerer fordampningen og derved giver mulighed for øget fugtindhold. De ændrede nedbørsforhold i Danmark – og det øvrige Nordvesteuropa – med en generel øget nedbørsmængde i løbet af det seneste århundrede, kan være en medvirkende faktor til blåtopekspansionen. Det er dog langt fra klarlagt, hvad det er for kombinationer af forhold, der betinger, at blåtop udkonkurrerer dværgbuskesamfund på nogle af de danske indlandsheder, mens den ikke breder sig på andre – tilsyneladende – lignende heder.

Jordbund

De signifikant større koncentrationer af calcium og kalium i jorden under blåtop peger på en positiv relation mellem forekomst af blåtop og omsættelige kat-ioner, hvilket stemmer overens med Hansens (1976) angivelser for heder generelt mht. ledningsevne, kalium og flere andre omsættelige kationer, herunder magnesium. De to ioner, kalium og magnesium, er generelt tilstede i store mængder i plantedele med vegetativ vækst (Buttenschön og Buttenschön 1982b), og koncentrationen af dem i jordbunden kan således medvirke til at styre plantefordelingen langs en næringstofstressgradient. Sammenholdt med de signifikant højere N-værdier under blåtop viser det, at jordbunden under blåtop giver et potentiale for hurtigere vækst og større produktion.

C/N forholdet ligger mellem 23 og 25, og er således for lavt i forhold til kriterium for gunstig bevaringstilstand for tør hede (habitattype 4030), hvor C/N forholdet bør være større end 30 (Søgaard m.fl. 2003). En lav C/N ratio er tegn på høj mineralisering, hvilket er til gunst for græssernes konkurrencemulighed. Det målte C/N ratio er dog højere end tal fra den blåtopdominerede hede, Harrild Hede i Vejle Amt, hvor C/N forholdet lå på mellem 14 og 21 (Nielsen & Bak 2003). På Idom Hede i Ringkøbing Amt fandt Nielsen & Bak (2003) at C/N forholdet lå på omkring 20. På

Randbøl Hede er værdien for C/N forholdet mod forventning højere under blåtop end under gruppen øvrige arter, dog viser de signifikant højere N værdier under blåtop, at der er større mængder tilgængeligt N under blåtop.

Faldet i glødetab fra 1999 til 2003 hænger sammen med, at nogle af behandlingerne enten helt har fjernet biomasse (afbrænding og tørveskrælning) eller har blandet biomasse og tørv med den underliggende mineraljord (harvning og pløjning). Da en væsentlig del af jordbundens næringsstoffer er knyttet til denne biomasse, er en af konsekvenserne af disse behandlinger, at næringsstofkoncentrationen i de øverste få cm af jorden reduceres.

Nedbør

Ændringer i plantedække og sammensætning kan være påvirket af svingninger i nedbør og deraf følgende nedbørsunderskud. Uden sammenligning må nedbørsforholdene i år 2000 have påvirket plantevæksten mest. Først forekom en ekstrem vinterperiode med stående vand på større områder af heden end sædvanligt samt en konstant vandmættet jordbund. Dette kan i større områder have betydet, at dele af rodsystemet er blevet skadet pga. lav iltspænding i jorden – billedligt set er rødderne denne vinter blevet begrænset til de mere overfladiske lag og har i starten af den efterfølgende vækstsæson kun kunnet hente vand og næring fra et mere begrænset jordlag. Dette efterfølges af en syv måneder lang periode med lille nedbør (tabel 7), hvilket har betydet, at vandet – i hvert fald periodisk – kun i begrænset omfang er trængt dybere ned i jorden, og muligheden for kompenserende rodvækst har været begrænset. Dette kan genkendes i vegetationsanalysens resultater, primært ved en generel tilbagegang i samlet dække, men tillige ved nogle forskydninger i plantesammensætning, jf. bl.a. udviklingen i kontrolområderne.

Det tiltagende dække af blåtop i kontrolfelterne afspejler muligvis en evne til at tilpasse sig vekslende fugtighedsforhold. Rodsystemet er dybt, > 80 cm, og meget tætmasket i de øvre lag. Rodsystemet bøjes vandret ved kontakt med mere eller mindre permanent vandholdende lag, men da blåtop besidder en vis evne til at skabe iltrigt miljø omkring rødderne, øges dens tålsomhed i vekselvåde biotoper (Hubbard 1968, Taylor et al. 2001). Hedelyng og bølget bunke har begge et mere overfladisk rodsystem (Gimingham 1972, Scurfield 1954) og en langsommere vækst, der ikke giver samme mulighed for at udvikle rodsystemet i takt med vandstands-svingningerne, som blåtop har det (Aerts 1993). Nedbørsunderskuddet kan også have været medvirkende til, at ældre lyng er gået ud som følge af tørkepåvirkningen især i kombination med det angreb af lyngens bladbille, der fandt sted i 2000 – og især i 2001.



Figur 32. Rodsystemet hos en ung blåtopplante. Blåtop danner et veludviklet rodsystem, der når en dybde af ca. 80 cm. Mellem rodhalsen og de grønne blade ses den nederste, hvide, opsvulmede del af græsstrået.

Lyngfrøene kræver lys og fugt for at kunne spire- og overleve, og de er særdeles følsomme for selv kortvarig tørke. Frøene er meget små og kimplanterne er tilsvarende små og vokser langsomt. Spirernes relative vækstrate ligger $< 0,5 \text{ g(g og uge)}^{-1}$ (Grime et al. 1988). Hedelyng har allerede tidligt i spirestadiet et forgrenet rodnet. Derimod sender græsser generelt en enkelt eller få rødder dybt i jorden for først derpå at forgrene rodnettet (Muller 1978, Taylor et al. 2001). Dette betinger forskelle i tørketålsomhed i spirestadiet.

Spirebetingelserne i de primære spireperioder, forår og efterår, har været ugunstige i år 2000. I de følgende tre år har der kun været nedbørsunderskud i efterårsperioden i år 2002 og 2003 endda først på det tidspunkt, hvor fordampningen falder og dugmængden stiger.

Effekten af behandlingerne

Gennemgangen af effekten af de tolv forskellige behandlinger på dækning og frekvens af blåtop, bølget bunke og hedelyng viser, at der er en sammenhæng mellem udgangsvegetationen, behandlingens forstyrrelse af vegetation og jordbund, gentagelse af behandlingen og reduktionen af blåtop.

Græsning

Græsning anbefales mange steder som egnet plejemetode til bekæmpelse af blåtop bl.a. af Lake et al. (2003). Gimmingham (1992) skriver, at kvæg og heste er egnede til kontrol af blåtop på heder. Grant et al. (1985) viste, at blåtop havde en god ernæringskvalitet i perioden juni til august, såfremt græsgangen ikke indeholdt gammelt fôr. Grant et al. (1996) fandt, at kontrolleret græsning med kvæg i seks år af blåtopdomineret vegetation med hhv. 33% og 67% bortgræsning af den årlige bladmasse reducerede blåtops biomasse med hhv. 55% og 86%. I en anden undersøgelse fandt de, at hyppigheden og andelen, der blev fjernet, havde større betydning for reduktion af blåtop end tidspunktet for fjernelse (Grant et al. 1996).

Den supplerende undersøgelse af vegetationssammensætningen på langvarigt kvæggræsset hede blev foretaget for at belyse om den manglende effekt af græsning skyldtes den kortvarige græsningspåvirkning. Den viste, at kvæget ikke græsser på gammel blåtop, men foretrækker at græsse andre dele af græsgangen med en overgræsning af disse arealer til følge. Det skyldes bl.a., at der er suboptimalt indhold af såvel makro- som mikronæringsstoffer i udgangsvegetation med højt fôrindhold samt hedevegetation generelt (Buttenschön & Buttenschön 1982b, Buttenschön m.fl. 2001). Det kan derfor konkluderes, at kvæggræsning alene ikke kan bekæmpe etableret blåtop. Heste kan muligvis have en større effekt, dels fordi heste kan omsætte større mængder af strukturrigt foder, og dels fordi de qua deres trådpåvirkning og større aktivitet bedre kan skabe spirebede (Tubbs 1986). På Lüneburger Heide anvendes fåregræsning styret af hyrder. Den styrede græsning betyder, at de forskellige dele af heden græsses optimalt i forhold til bevaring af dværgbuskesamfund (Keinenburg & Prüter 2004). Der vil dog i bedste fald være tale om en meget langsom proces, og græsning bør kombineres med andre metoder, der sikrer en frisk og mere næringsrig vegetation for, at man kan forvente en synlig effekt på blåtop. Ved kombinationen med afbrænding og afgræsning er der en tendens til en udvikling, der kan give mulighed for en ekspansion af hedelyng på bekostning af blåtop (se mere om græsningseffekten i et senere afsnit under omtalen af canocofiguren, side 56). Det skal dog understreges, at der gik op mod 1 år mellem afbrændingen og græsningen, hvilket formodes at have betydning for resultatet. Der er behov for at fortsætte græsningsbehandlingen og følge udviklingen for at få belyst langtidseffekten af afbrænding kombineret med græsning.

Slåning

I den aktuelle behandling lå det afslåede materiale tilbage som et lysspærende lag. En fjernelse af det afslåede materiale må antages at resultere i etablering af spirebede, og dermed et noget andet forløb af vegetationsændringerne efter slåning. Fjernelse ville samtidig resultere i en reduktion af biomasse og næringsstoffer og derved øge effekten af spirebedene, jf. tabel 20. Konklusionen er dog, at den foretagne slåning snarere fremmer end hæmmer blåtopdominans. Der er ingen forsøgsresultater, der entydigt

tyder på, at gentagne slåninger alene kan bekæmpe en etableret blåtopdominans. Slåning kombineret med græsning gav en lidt større effekt på blåtop. Under forudsætning af, at et tilpas græsningstryk kan opretholdes, vil kombinationen af slåning og græsning kunne give en langsigtet udvikling mod mindre blåtopdominans og større artstæthed. Man må regne med, at det tager lang tid at få optimeret græsning (Buttenschön & Buttenschön 2001).

Stubharvning og fræsning

Jordbehandlingerne vil i stigende grad med deres øgede påvirkning af jordbund forhindre vegetativ genvækst. Ved de mindre jordbundsforstyrrende behandlinger, stubharvning og fræsning, der i nogen grad medfører vegetativ regeneration af plantelaget, medfører handlingerne, at blåtop i hvert tilfælde på nogle af felterne fremmes – det gør lyng ganske vist også. Stubharvningen skaber egnede spirebede for lyngfrø i de render, der opstår ved behandlingen. Ved fræsning blev der også skabt mulighed for en del lyngsiring, men spirene her er mere udsat for udtørring som følge af den løse jordstruktur og eksponering. Behandlingerne fjerner ikke næringsstoffer fra arealerne, og de viste sig at fremme blåtopvæksten, der formentlig vil udkonkurrere en del af de etablerede lyngplanter. Fræsning efter afbrænding gav heller ikke en varig effekt på blåtop.

Afbrænding

Afbrænding anbefales generelt som indledende og vedligeholdende pleje på heder (Jørgensen 1999), der er under ændring til græshede, og Skov- og Naturstyrelsen har de senere år opprioriteret hedepleje med afbrænding, bl.a. som led i en bekæmpelse af bladbille angreb. Ved afbrænding fjernes en del næringsstoffer, (tabel 21) og der etableres spiremuligheder. Forsøgene viste dog, at afbrænding ikke hæmmede blåtop, der hurtigt voksede frem igen i løbet af få uger, hvorimod bølget bunke gik stærkt tilbage. Engelske forsøg bekræfter, at afbrænding ikke er en effektiv metode til bekæmpelse af blåtop (Todd et al. 2000).

De tre arter, blåtop, hedelyng og bølget bunke tåler afbrænding mere eller mindre (Scurfield 1956, Gimingham 1960, Taylor et al. 2001). Blåtop har vækstpunkterne godt beskyttet i tuen, og afbrændingen skal være meget dybtgående, før de gamle planter dør. Tilsvarende er hedelyngens vækstpunkter godt beskyttet, da de er lavtsiddende på rodhalsen. Bølget bunke er derimod mere følsom overfor afbrænding, da den er mindre kompakt og derved ikke kan yde vækstpunkterne nær samme beskyttelse som de to andre arter. En normal hedeafbrænding, hvor størstedelen af tørven bevares, giver således mulighed for vegetativ regeneration af plantelaget med de tre arter, men vil styrke blåtop og hedelyng på bekostning af bølget bunke. Da de to førstnævnte arter tillige har en vedvarende frøbank, mens sidstnævnte ikke har en (Bruggink 1993, Grime et al. 1988, Pons 1989), er det primært blåtop og hedelyng, der vil fremspire det første år efter afbrændingen. Re-

sultaterne af afbrændingerne er således konsistente med det forventede. Der kom afhængig af udgangsvegetationen større eller mindre fremgang for hedelyng (figur 24).

Afbrændingen efterlod en del af græstuerne og øvrig plantevækst i live. Der er teorier om, at en hårdere afbrænding kan hæmme blåtop, men ikke undersøgelser, der bekræfter det. Gentagne afbrændinger siges at kunne fremme tilgroning med blåtop (Milligan et al. 2003).

Tørveskrælning og pløjning

Ved behandlinger med tørveskrælning og pløjning sker etablering af et nyt plantelag gennem frøspiring. Ved tørveskrælning fjernes en stor del af frøpuljen, der hovedsagelig findes i tørvelaget i de øverste cm af jorden. I en hollandsk undersøgelse fandtes blåtopfrø ned til ca. 7 cm dybde på våd bund (afhængig af humuslagets dybde) og til 5 cm dybde på tør bund (Bruggink 1993). Selvom en stor del af blåtopfrøene fjernes med tørven, vil der formentlig stadig være en tilgængelig frøpulje i jorden. Samtidig har blåtopfrø, der spredes med vinden en stor spredningsevne.

Tørveskrælningen viste sig som langt den mest effektive behandling i forhold til bekæmpelse af blåtop og fremme af hedelyng, selvom begge græsser er tilstede i de fleste felter i slutningen af forsøgsperioden. Der er stadig over 25% bar jord i felterne og behov for at følge op på resultaterne for at kunne belyse den langsigtede effekt af behandlingen. Der er dog ingen tvivl om, at tørveskrælning resulterer i regeneration af hedelyng på bekostning af blåtop. Et hollandsk forsøg med tørveskrælning på tør hede resulterede i en fremspiring af blåtop og hedelyng i forholdet 1:4 (Aerts 1993). Ved tørveskrælning fjernes der flest næringsstoffer (se tabel 21), og behandlingen må derfor forventes at give en langsigtet påvirkning med svækkelse af blåtops og forbedring af lyngens konkurrenceevne. Ved tørveskrælning i kombination med afbrænding ses en lignende udvikling som ved tørveskrælning alene, men en mindre del af fladen er blevet koloniseret, og der var kun lidt blåtop i udgangsvegetationen. Der kan ikke påvises forskel i effekten af de to former for tørveskrælning med hhv. hollandsk tørveskræller og gummiged.

Ved pløjningen vendes morlaget ned i jorden, og næringsstofferne i dette lag er utilgængelige for de nyspirede planter med kort rodnet. Overfladen er ret løs sand uden humusindhold, der gør den mere tørkepåvirkelig end den tørveskrællede flade. Den ringe fremspiring af rug skyldes formentlig det lave næringsindhold evt. i kombination med tørke. Behandlingen viste sig snarere at fremme blåtop, hvor den var dominerende inden behandlingen, end at hæmme den og synes på trods af det radikale indgreb således langt mindre effektiv end tørveskrælning.

Effekten af behandlinger på kvælstofmængden

De anvendte behandlinger vil i forskellig grad nedbringe N-niveauet (tabel 21). En vedligeholdelse af de ændrede konkurrenceforhold beror på, at

nettotilgangen af N holdes under tålegrænsen for lyngheden. Hedelyng er tilpasset til at kunne klare sig i næringsfattige miljøer. Der forekommer en særlig lyngmykorrhiza i hedelyngs og andre dværgbuskes rodnet (Harley & Smith 1983). Mykorrhizaen har betydning for planternes næringsoptagelse samt for tolerancen overfor tørke, salt og tungmetaller. Det specielle ved lyngmykorrhizasvampe er, at de kan nedbryde svært tilgængelige, organiske forbindelser, der er rige på kvælstof. Dermed har lyngplanterne sandsynligvis adgang til en kvælstofressource, som ikke kan udnyttes af græsser og urter på heden. Hedelyng og andre dværgbuske udskiller store mængder poly-fenoler både fra de levende blade og under nedbrydningen af døde blade. Under nedbrydningen af disse binder mikroorganismene en del kvælstof i svært nedbrydelige forbindelser. Det betyder, at jorden under hedelyng kan binde betydelige mængder af uorganisk kvælstof (Kristensen 2001). På den måde medvirker dværgbuskene til at opretholde et meget lavt indhold af plantetilgængeligt kvælstof i jorden.

Græsser og urter har en anden mykorrhizatype, som ikke i samme grad kan udnytte komplekse kvælstofforbindelser. Græsserne har behov for, at der sker en akkumulering af førne på uforstyrrede heder eller anden form for næringstoftilførsel for at kunne etablere sig. Da blåtop udviser øget konkurrenceevne når N-tilgangen sker i form af NH_4^+ (ammoniumion) fremfor NO_3^- (nitration) (Taylor et al. 2001) er den anførte tålegrænse på 10-15 kg N/ha/år for tør lynghede (Anon 2003) formentlig i den lave ende af intervallet, da lokale landbrugskilder, med en høj andel af NH_4^+ ligger tæt på Randbøl Hede.

Undersøgelsen giver ikke svar på om pleje af heden vil være tilstrækkelig til at kompensere for den nuværende kvælstoftilførsel eller om der er behov for en reduktion af tilførslen for at plejen kan lykkes og resultere i en rimelig stabil dværgbuskhede.

Regeneration af plantedækket

I alle behandlingsserier ses en hurtig retablering af plantedække de første 1 – 3 år efter behandlingen er udført (se figur 24-26), og det er mere undtagelsen end reglen, at der ses en længerevarende reduktion af plantedækket i forhold til udgangspunktet som følge af behandlingerne. Imidlertid ses der en tydelig forskel i de vigtigste vegetationselementers reaktion på behandlingen. Ved behandlinger med lav forstyrrelse som græsning eller slåning ses ingen eller kun en ubetydelig ændring af vegetationsbilledet. Det skyldes primært, at der ikke sker nogen væsentlig svækkelse af planternes vækstpunkter, at den akkumulerede førne ikke omsættes, og at der kun i begrænset omfang skabes spirebede for nyspiring af dværgbuske. Ved stigende forstyrrelse sker der et faldende dække af græsserne, mens dække af hedelyng øges. Lyngdækket i udgangssituationen er lavt og mulighederne for vegetativ foryngelse er derfor begrænset. Størstedelen af lyngregenerationen sker ved hjælp af nyspiring. De fleste behandlinger giver som det fremgår af tabel 20 en signifikant nyspiring af lyng. De nye planters mulighed for at overleve og ekspandere vil i høj grad afhænge af den aktuelle dækningsgrad

og spredningspotentiale af blåtop. Behandlinger, der har givet den største reduktion i dække af græsserne har derved skabt flader uden plantedække. Disse flader er potentielle spirebede.

Blåtop, hedelyng og bølget bunke spirer alle villigt på forstyrret bund. Hedelyng danner meget store mængder frø, der hovedsageligt er vindspredt. Frøene bevarer spireevnen i mange år og indgår i en vedvarende frøbank. Hovedparten af frøene findes i tørvnen og de øverste jordlag, men lyngfrø findes også i den underliggende mineraljord. Lyngfrøene kræver lys og fugt for at kunne spire og overleve. Frøene er meget små, og kimplanterne er tilsvarende små og vokser langsomt. Spirernes relative vækstrate ligger $< 0,5 \text{ g(g og uge)}^{-1}$ (Grime m.fl. 1988). Etablering kræver, at planterne hurtigt får rodfæste i et fast mor- eller mineraljordslag. Efterhånden som morlaget bliver bygget op og mere næring akkumuleres som død biomasse, bliver det sværere for hedelyng at etablere sig. Hvis de spirer i et løst lag af førne fra græs, får de ikke kontakt til vandet og er særdeles følsomme for selv kortvarig tørke.

Blåtop har en meget stor frøproduktion af små frø ($1,9 \times 0,8 \text{ mm}$), der spredes med vinden. På tør hede fandt Bruggink (1993) således mellem 3.000 og 10.000 frø/ m^3 . Frøproduktionen hos blåtop er dog væsentlig mindre end hos lyng, men predationen på frøene er også væsentlig mindre. Frøene kan bevare spireevnen nogle år og danne en kortlivet frøbank. Der foreligger ikke oplysninger om, hvor mange år frøene kan bevare spireevnen, men Ponds (1989) fandt spiredygtige frø, der havde overlevet mindst 3 år i jorden.

Bølget bunke ekspanderer hovedsageligt vegetativt i tæt vegetation, men spirer ligesom blåtop villigt på forstyrret bund. Bølget bunke har en stor frøproduktion, der hovedsageligt er vindspredt, og som ikke indgår i en vedvarende frøbank. Spirernes relative vækstrate ligger på $0,5 - 0,9 \text{ g(g og uge)}^{-1}$ (Grime et al. 1988), altså et relativt lavt tilvækstpotentiale.

I figurerne 27-29 er effekten af de tolv behandlinger på dække af hhv. hedelyng, bølget bunke og blåtop vist samlet i forhold til artens dække i udgangssituationen. For hedelyng gælder, at selvom de fleste behandlinger gav en fremgang i lyngdække, er der tale om en både forholdsvis lav stigning og et lavt reelt dække af lyngen. Fremgangen i lyng hænger i høj grad sammen med nyspiring, således som det er beskrevet gennem tabel 20.

Bølget bunke gik tilbage ved alle behandlinger. Den viste dog også en tydelig tilbagegang i den ubehandlede kontrol, hvilket hænger sammen med, at blåtop ikke blot udkonkurrerer lyngen, mens også bølget bunke. De omtalte nedbørsforhold med efterfølgende nedbørsunderskud kan være medvirkende til den forholdsvis store ændring i dække af bølget bunke.

Tørveskrælning alene og i kombination med afbrænding gav den mest markante reduktion af blåtop, mens afbrænding, slåning og fræsning gav en øget dækning. Det bekræfter således hypotesen om, at der er behov for behandlinger, der effektivt fjerner eller ødelægger blåtoppens tue-strukturer og som mindsker dens mulighed for regeneration.

Canoco-analyse

Analyse af sammenhænge mellem behandlinger og jordbunds faktorer ved hjælp af Canoco bekræfter resultaterne vedrørende effekten af behandlingerne og belyser, at der er en sammenhæng mellem glødetabsaksen og markante ændringer i vegetationen. Canoco analysen viser, at der er en sammenhæng mellem fjernelse af næringsstoffer og blotlægning af jord og fremgang af dværgbuske. Analysen viser ligeledes, at ved mindre intensive jordbehandlinger (inklusive disse i kombination med afbrænding) bliver resultatet en fremgang i blåtop. Kontrollen viser ligeledes en forskydning mod blåtop. For afbrænding og afgræsning gælder, at de er intermediære, dvs. der er ingen klar tendens med hensyn til udvikling. I figur 30 er stubharvning inaktiv i forhold til behandlingsparameteren, mens fræsning og afbrænding plus fræsning ligger i MC-gruppen. Det vil sige, at disse behandlinger set i en samlet analyse ikke synes på afgørende måde at ændre balancen mellem blåtop og dværgbuske, jf. endvidere BF og F i figur 31.

I sammenhæng med behandlings-vektoren (BEH) er den mest markante forskel sandsynligvis, at muligheden for spiring bibeholdes over flere år i dværgbuske-gruppens (DB) behandlinger, jf. udviklingen af samlet dække (tabellerne 8-19), mens den stort set begrænses til et år, år 2000, i blåtop-gruppens (MC) behandlinger.

I figur 31 er resultaterne af den langsigtede græsning på de tre vegetationsundertyper (GR-1, GR-2 og GR-3) analyseret ved hjælp af Canoco i sammenhæng med de øvrige behandlinger.

GR-1's placering i den inaktive gruppe selv efter et kvart århundrede med græsning viser tydeligt, at gentaget græsning ikke er effektivt overfor blåtop, når den som udgangspunkt er dominant eller superdominant, og der i øvrigt forekommer i en vegetationsmosaik i den samlede græsgang. Græsningsindsatsen er i sådanne situationer meget selektiv (Nicholson et al. 1970, Buttenschøn & Buttenschøn 1982a, Tubbs 1986, Buttenschøn m.fl. 2001), og dele af vegetationen vil forblive næsten uden græsningspåvirkning. Det samlede resultat af langtidsgræsningen kan bedst karakteriseres som en march på stedet, dvs., at man ikke kan se nogen større mulighed for at GR-1 vil ændres. Samtidig overgræsser man dværgbuskebestanden i GR-2 og navnlig GR-3 for at opretholde status quo i fordelingen mellem typerne. Sammenholder man forskellene mellem behandlingen græsning (tabel 9) med afbrænding efterfulgt af græsning (tabel 16) og ser på placeringen af G-4, hhv. BG-4 i figur 31, ser man, at der opnås en tydelig effekt ved en indledende radikal behandling selv i vegetation, hvor der er blåtopdominans. Dette sammenholdt med GR-2 og GR-3's placering i den intermediære gruppe sammen med GR-4 viser, at man hurtigt når et resultat ved at kombinere græsning med en indledende, radikal behandling. I denne sammenhæng er det væsentligt, at man får ødelagt blåtoppuernes vækstpunkter og får fjernet biomasse fra systemet. På tilsvarende måde kunne en afslåning med fjernelse af materialet antageligt optimere en græsningsindsats. En nedsættelse af græsningstrykket, hvor dværgbuskebestanden får lov til at vokse mere frit, vil formentlig medføre et behov for periodisk radikal behandling.

Det skal bemærkes, at Canoco analysen er baseret på et begrænset antal behandlings- og jordbundsvariable. En svaghed ved Canoco analysen og resultatopgørelsen i det hele taget er, at der kun er gentagelse af to af jordbundsfaktorerne ved undersøgelsens slutning. Selvom man eksempelvis gennem fjernelse af tørven har reduceret N-niveauet væsentligt (tabel 21) er udviklingen i de andre jordbundsfaktorer, der var signifikant højere under blåtop, ikke belyst.

Det er ligeledes en svaghed ved resultaterne generelt at behandlingerne er foregået på forskellige tidspunkter, således, at der er forskel på det antal år, der er gået siden behandlingerne er afsluttet.

Resultaterne peger på behov for at finde supplerende plejemetoder

Undersøgelsen peger på, at der er behov for enten en langsigtet indsats med en kombination af plejemetoder eller mere radikale indgreb som tørveskrælning for at bekæmpe blåtop. Da en bekæmpelse er dyr og da vores hederressourcer er begrænsede, er der behov for at optimere plejemetoderne og sammenholde effekten af behandlingerne på vegetation med jordbundsforhold, nedbør og kvælstofbelastning.

En langsigtet indsats baseret på kombinationer med græsning vil i bedste fald tage mange år før der opnås en væsentlig retablering af dværgbuskesamfund, og det vil kræve en nøje styring af græsningstrykket. En græsning på de vilkår vil mange steder være umulig – eller meget dyr at gennemføre.

Tørveskrælning er meget dyr på grund af maskinomkostningerne (se tabel 3) – og udgifter til bortskaffelse af det afskrællede materiale. Den er ikke egnet i klitheder og på andre kuperede heder og hvor der er kulturspor.

Det må konkluderes, at de behandlinger, der vurderes at være effektive er meget dyre, og derfor har en begrænset anvendelighed. Der er behov for en videreudvikling af de nuværende behandlingsmuligheder samt om muligt finde nye mere effektive metoder.

Det haster med at finde egnede metoder til bekæmpelse af blåtop for at kunne bevare og genskabe en gunstig bevaringstilstand for de tørre heder i forhold til deres status som habitatnaturtype og naturmæssige betydning i Natura 2000-områder.

Hedehøster og blåtopfræser

Ringkøbing Amt har i samarbejde med entreprenør Erik Nielsen udviklet hhv. en hedehøster og en blåtopfræser (beskrevet i SKOVEN 6-7, 2003). Hedehøsteren slår vegetation af og fjerner den fra heden. Den går dybere end en traditionel skiveslåmaskine, og fjerner bl.a. en del af moslaget. Dermed forbedres spiringsmulighederne for lyngfrøene. Det afhøstede mate-

riale består af rent plantemateriale, der har fundet anvendelse bl.a. som dækmateriale på stier. De samlede udgifter er væsentlig lavere per ha. end ved tørveskrældning.

Blåtopfræseren river tuerne op og smider dem op i luften, således at tuerne med de basale foryngelsesknopper kan ligge og tørre ud i løbet af sommeren. Størstedelen af tuerne dør derved. Ved denne behandling fjernes der ikke organisk materiale fra arealet.

Hedehøsteren og blåtopfræseren blev afprøvet i 2003 på Randbøl Hede på et areal, der grænser op til forsøgsarealerne. Effekten vil dermed kunne sammenlignes med effekten af de gennemførte forsøgsbehandlinger.

Herbicider

Engelske forsøg med bekæmpelse af blåtop viste, at herbicider (glyphosate) er mere effektiv end græsning og afbrænding (Marrs et al. 2004) selv om tidligere undersøgelser tydede på, at effekten af glyphosate var midlertidig og, at blåtop havde genvundet sin vækst 3 år efter behandlingen (Milligan et al 2003). Anvendelse af herbicider til bekæmpelse af blåtop vil næppe finde genklang i dansk naturforvaltning.

Gentagne behandlinger

Undersøgelser vedr. bekæmpelse af blåtop er alle baseret på en enkelt eller ganske få gentagelser af en plejebehandling, det være sig slåning og afbrænding. Undersøgelser over græsningseffekten er oftest baseret på et utilstrækkeligt græsningstryk, og involverer ikke hestegræsning eller samgræsning med forskellige slags dyr.

Konklusion og anbefalinger

Det er vanskeligt at bekæmpe blåtop, når den først er etableret. Den etablerer sig tilsyneladende især, hvor der er akkumuleret et lag førne eller på anden vis udviklet en mere næringsrig jordbund. Den etablerede blåtop har en effekt på jordbunden bl.a. gennem øget mineralisering og er dermed med til yderligere at forringe hedelyngens konkurrencemulighed. Dens kraftige vækst og tætte tuestruktur giver ikke plads for andre arter. Blåtop ser ud til på langt sigt at kunne udkonkurrere såvel hedelyng som bølget bunke.

Forsøgene viser, at for at kunne bekæmpe blåtop effektivt, er der behov for radikale behandlinger eller kombinationer af forskellige behandlinger, der tilsammen reducerer næringsindholdet i jorden, begrænser blåtoppens udbredelse samt giver spiringsmuligheder for dværgbuskesamfund.

Behandlinger, der giver begrænset forstyrrelse af vegetationsdække og jordbund, som slåning og græsning, har stort set ingen effekt på blåtop. En langsigtet kvæggræsning viser heller ikke tegn på en begrænsende effekt på blåtop. Selv behandlinger med større grad af forstyrrelse på vegetation og jordbund som afbrænding, stubharvning og fræsning gav ikke større effekt på blåtop.

En kombination af slåning eller afbrænding med afgræsning vil kunne ændre vegetationssammensætningen fra blåtopdominans mod en mere artsrig vegetation med en mosaik af blåtop og andre græsser sammen med urter og dværgbuske. Det kan dog være vanskeligt at få etableret det rette græsningsstryk, der både sikrer en tilstrækkelig afgræsning til regulering af blåtoppen samtidig med, at græsningen tillader opbygning af en lyngbestand. En løsning kan være at supplere et lavere græsningsstryk, der tilgodeser lyngen med afbrændinger eller slåning af blåtoppen gentaget med års mellemrum. Udviklingen af en mere sammensat hedevegetation vil tage mange år.

Tørveskrælning havde den største effekt på blåtop samtidig med at den gav gode spiremuligheder for dværgbuske. Fjernelse af tørvelaget med de næringsstoffer, der findes i laget, betyder formentlig at næringsstofniveauet er nedbragt til et leje, hvor hedelyng er mere konkurrencestærk i en år-række og skulle således få mulighed for at etablere en mere stabil, lyngdomineret vegetation. En livskraftig lyngdomineret vegetation kan forhindre blåtop i at etablere sig (Aerts 1993).

Pløjning og rugdyrkning gav ikke samme tydelige effekt på blåtop og lyngspiring, og vurderes derfor som mindre effektiv.

Blåtop sætter mange frø, der dels har stor spredningsevne og dels kan overleve i nogle år. I de behandlinger, hvor der blev skabt spiremulighed, sås en fremspiring af blåtop. De fleste frø spirer det første forår efter en kuldeperiode, frømængden kan derfor reduceres ved at en bekæmpelse finder

sted inden frøsætning – dvs. juli-august måned – og græsset fjernes. Supplerende slåning af blåtop på naboarealer kan yderligere reducere frømængden.

De mere radikale behandlinger er omkostningstunge, de kræver ofte en langsigtet – eller en permanent behandling/opfølgning.

Der er mange uafklarede spørgsmål med hensyn til effekt på længere sigt på vegetation og jordbund – og øvrige naturindhold - samt praktiske spørgsmål omkring udførsel, der peger på et behov for at følge op på undersøgelsen, dels på den videre udvikling i jordbund og vegetation i de gennemførte behandlinger – dels med hensyn til nyudvikling af metoder til behandling. For at kunne vurdere effekten af behandlingerne og deres anvendelighed på andre heder er det vigtigt at inddrage effekten på jordbundsforhold.

Anbefalinger:

- Pas først og fremmest på de heder, der stadig har veludviklet dværgbuskesamfund.
- Regn med, at hederne har behov for en vedvarende pleje eller hyppigere gentagelser af behandlinger på grund af øget næringsstofniveau.
- Differentier plejen i forhold til vegetationstilstand og målsætning for plejen.
- Vælg tilstrækkeligt radikale metoder i bekæmpelsen af blåtop. Mindre radikale metoder resulterer snarere i en øgning af blåtop og er således spildt.
- Begræns frøspredning ved så vidt muligt at behandle blåtop inden frøsætning, dvs. i juli-august, og reducer evt. frøspredningen yderligere ved at slå blåtop på de tilgrænsende arealer.
- Og sidst men ikke mindst: Vær med til at skaffe et bedre videngrundlag for forvaltning af de danske heder.

Kilder:

Aerts, R. 1993:

Biomass and nutrient dynamics of dominant plant species from heathlands. pp. 51-84 I: Aerts, R. and G.W. Heil (eds.), *Heathlands: Patterns and Processes in a changing Environment*, 1993 Kluwer Academic Publisher.

Anon, 2003:

Manual vedr. vurdering af de lokale miljøeffekter som følge af luftbårent kvælstof ved udvidelse og etablering af større husdyrbrug. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen 2003. Kun netudgave: <http://www.skovognatur.dk>.

Bruggink, M. 1993:

Seed bank, germination, and establishment of ericaceous and gramineous species in heathlands. Pp. 153-180 I: Aerts and G.W. Heil (eds.), *Heathlands: Patterns and Processes in a changing Environment*, 1993 Kluwer Academic Publisher.

Buttenschøn, J. & Buttenschøn R. M., 1982a:

Grazing experiments with cattle and sheep on nutrient poor, acidic grassland and heath; II: Grazing impact. *Natura Jutlandica* **21**, 19-27.

Buttenschøn, J. & Buttenschøn R. M., 1982b:

Grazing experiments with cattle and sheep on nutrient poor, acidic grassland and heath; III: Animal nutrition. *Natura Jutlandica* **21**, 28-48.

Buttenschøn, R. M. & Buttenschøn, J., 2001:

Effekten af husdyrgræsning på vegetation. I: L. B. Petersen, R. M. Buttenschøn & T. S. Jensen, red.: *Græsning på ekstensivt drevne naturarealer – effekter på stofkredsløb og naturindhold*. Skov og Landskab, Park og Landskabsserien **34**, 69-93.

Buttenschøn, R. M. & Buttenschøn, J., Petersen, H. & Ejlersen, F., 2001:

Husdyr og græsning. I: L. B. Petersen, R. M. Buttenschøn & T. S. Jensen, red.: *Græsning på ekstensivt drevne naturarealer – effekter på stofkredsløb og naturindhold*. Skov og Landskab, Park og Landskabsserien **34**, 25-45.

Chambers, F.M., Mauquoy, D. & Todd, P.A. 1999:

Recent rise to dominance of *Molinia caerulea* in environmentally sensitive areas. New perspectives from palaeoecological data. *Journal of Applied Ecology* **31**, 719-733

Degn, H.J. 1996:

Ændringer af vegetationen 1954-1995; Randbøl Hede. Arbejdsrapport fra DMU nr. 30. 128 sider.

Degn, H.J. 1997:

Hedeovervågning 1997. Randbøl Hede. Arbejdsrapport fra DMU nr. 63. 34 sider.

Degn, H.J. 1997:

Ændringer af vegetationen på Randbøl Hede 1954-1995: Flora og Fauna 103 (2), 25-46.

- Gimingham, C. H. 1960:*
Biological Flora of the British Isles: *Calluna vulgaris* (L.) Hull. Journal of Ecology **48**, 455-483.
- Gimingham, C. H. 1972:*
Ecology of Heathlands. London, Chapman & Hall.
- Gimingham, C.H. 1992:*
The lowland heathland management handbook. No.8. English Nature.
- Grant, S. A., Suckling, D. E., Smith, H. K., Torvell, L., Forbes T. D. A. & Hodgson, J. 1985:*
Comparative studies of diet selection by sheep and cattle: the hill grasslands. Journal of Ecology **73**, 987-1004.
- Grant, S. A., Torvell, L., Common, T. G., Sim, E. M. & Small, J. L., 1996:*
Controlled grazing studies on *Molinia* grassland: effects of different seasonal patterns and levels of defoliation on *Molinia* growth and response of sward to controlled cattle grazing. Journal of Applied Ecology **33**, 1267-1280.
- Grime, J. P., Hodgson, J. G. & Hunt, R., 1988:*
Comparative plant ecology – A functional approach to common British species. Unwin Hyman, London.
- Hansen, K. 1976:*
Ecological Studies in Danish Heath Vegetation. Dansk Botanisk Arkiv, **31** no. 2, Dansk Botanisk Forening.
- Harley, J. L. & Smith, S. E., 1983:*
Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London.
- Hubbard, C. E., 1968:*
Grasses, 2nd edition. Penguin Books Ltd., Harmondsworth.
- Jørgensen, H. 1999:*
Skov- og Naturstyrelsens naturplejestrategi. Miljø- og Energiministeriet, Skov- og Naturstyrelsen.
- Keinenburg, T. & Prüter, J. (eds.) 2004:*
Feuer und Beweidung als Instrumente zur Erhaltung magerer Offenlandschaften in Nordwestdeutschland - Ökologische und sozioökonomische Grundlagen des Heidemanagements auf Sand und Hochmoorstandorten. - NNA-Berichte 17.Jg., H. 2. Schneverdingen. 221 p.
- Kristensen, H.L. 1999:*
Mineralization and immobilization of nitrogen in heath soil under intact *Calluna*, after heather beetle infestation and nitrogen fertilization. Applied Soil Ecology. Vol. 13, 187-198.
- Lake, S. Bullock, J.M. & Hartley, S., 2003:*
Impacts of livestock grazing on lowland heathland in UK. English Nature Research Reports, Number 422. English Nature.
- MacDonald, A.J. Kirkpatrick, A.H., Hester, A.J. & Sydes C., 1995:*
Regeneration by natural layering of heather: frequency and characteristics in upland Britain. J. Appl. Ecol. **32**, 85-99.
- Marrs, R.H., Phillips, D.P., Todd, P.A., Ghorbani, J. & Le Duc, M.G. 2004:*
Control of *Molinia caerulea* on upland moors. Journal of Applied Ecology, **41**, 398-411.
- Milligan, A.L., Putwain, P.D. & Marrs, R.D. 2003:*
A field assessment of the role of selective herbicides in the restoration of British moorland dominated by *Molinia*. Biological Conservation **109**, 369-379.

- Muller, F.M. 1978:*
Seedlings of the North-western European lowland. A flora of seedlings.
Dr. W. Junk B.V. Publishers. The Hague, Boston.
- Nicholson, I.A., Paterson, I.S. & Currie, A. 1970:*
A study of vegetational dynamics: selection by sheep and cattle in Nardus pasture. British Ecological Society Symposium **19**, 129-143.
- Nielsen, K.E. & Bak, J.L. 2003:*
Tålegrænse for kvælstof for Idom Hede, Ringkøbing Amt.
Faglig rapport fra DMU, nr. 453.
- Pons, T.L. 1989:*
Dormancy, germination and mortality of seeds in heathland and inland sand dunes. Acta Bot. Neerl. **38**, 327-335.
- Riis-Nielsen, T., Binding, T. & Frandsen, B.L. 1998:*
Succession og konkurrence på heden. pp. 33-39. I: Strandberg, M. (red):
Hedens kultur og natur. Forlaget Rhodos. København.
- Roworth, P. & Morris, T. 1998:*
Flailling Crompton's moor-grass. Enact **6.3** pp. 4-5.
- Scurfield, G., 1956:*
Biological Flora of the British Isles: Deschampsia flexuosa (L.) Trin.
Journal of Ecology **42**, 225-233.
- Søgård, B. Skov, F., Ejrnæs, R., Nielsen, K-E., Pihl, S., Clausen, P., Laursen, K., Bregnballe, T., Madsen, J., Baatrup-Pedersen, A., Søndergaard, M., Lauridsen, T., Møller, P.F., Riis-Nielsen, T., Buttenschøn, R.M., Fredshavn, J., Aude, E. & Nygaard, B. 2003:*
Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. Faglig rapport fra DMU nr. 457. Danmarks Miljøundersøgelse og Miljø- og Energiministeriet.
- Taylor, K., Rowland, A. P. & Jones, H. E. 2001:*
Biological Flora of the British Isles: Molinia caerulea (L.) Moench. Journal of Ecology **89**, 126-144.
- Ter Braak, C.J.F. & Smilauer, P. 1998:*
Canoco 4. Centre for Biometry Wageningen.
- Todd, P.A., Phillips, J.D.P. Putwain, P.D. & Marrs, R.H. 2000:*
Control of Molinia caerulea on moorland. Grass and Forage Science **55**, 181-191.
- Tubbs, C. 1986:*
The New Forest. Collins, London.

Tidligere titler - Arbejdsrapporter *Skov & Landskab*

- Nr. 1 · 2004 Etablering af løvtræ på marginale landbrugsjorder
- Nr. 2 · 2004 Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgran juletræer
- Nr. 3 · 2004 Metroens effekt på ansattes transportadfærd
- Nr. 4 · 2004 Æstetisk sansning og naturvidenskabelig naturforståelse
- Nr. 5 · 2004 endnu ikke udgivet
- Nr. 6 · 2005 Status og anbefalinger for friluftsliv i forbindelse med Nationalpark Nord-sjælland
- Nr. 7 · 2005 Recirkulering af aske i skove
- Nr. 8 · 2005 Biomasse til energiformål
- Nr. 9 · 2005 Forsøg på bekæmpelse af Blåtop på Randbøl Hede